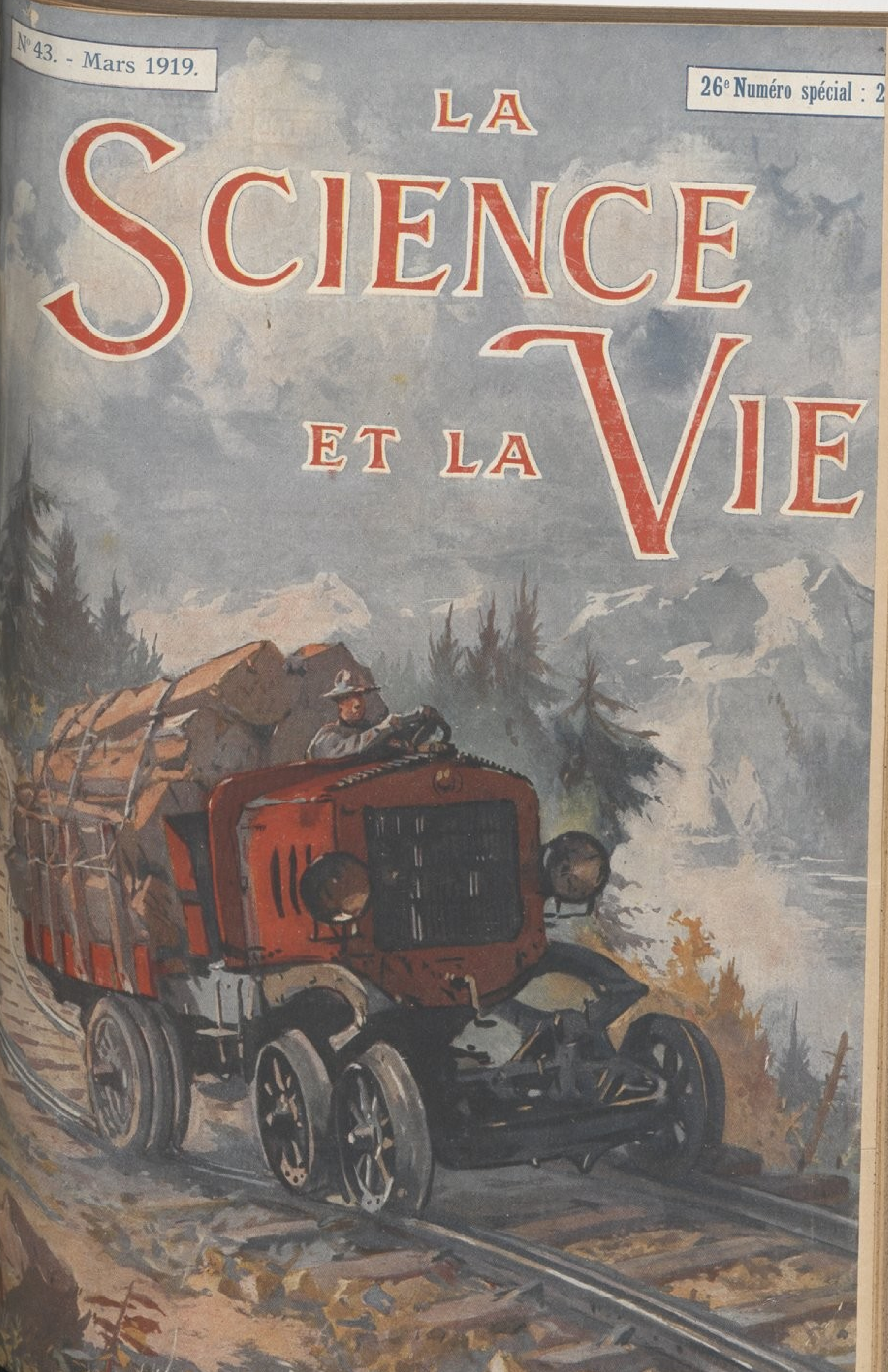
N° 43. - Mars 1919.

26e Numéro spécial : 2

LA SCIENCE ET LA VIE



Source gallica.bnf.fr / BDIC (Bibliothèque de documentation internationale contemporaine)

Pour les
RÉGIONS DÉTRUITES

Propriétaires - Industriels
Architectes - Entrepreneurs

ne construisez plus !

n'installez plus de conduites d'eau sous pression

NI AU SOUS-SOL - NI DANS LES APPARTEMENTS

sans employer les tuyaux de

MÉTAL REX

MAXIMUM
DE RÉSISTANCE
A LA PRESSION

MINIMUM
:: :: DE RISQUE
D'INTOXICATION

LE MÉTAL REX

est plus résistant que le plomb
est aussi maléable
est plus hygiénique
dure plus longtemps

se soude mieux
se pose plus facilement
se dissimule mieux dans
les installations

COUTE MOINS CHER QUE LE PLOMB

ÉCONOMIE DE 40 à 50 %

Économie de 50 % sur les matières
Économie de 50 % sur les transports

La main-d'œuvre, la manutention, les accessoires de pose, tout est **moins cher** quand on emploie le **Métal Rex.**

LE MÉTAL REX EST LE SEUL de sa composition ayant fait l'objet d'un avis favorable de la Commission d'examen des inventions intéressant les Armées de Terre et de Mer.

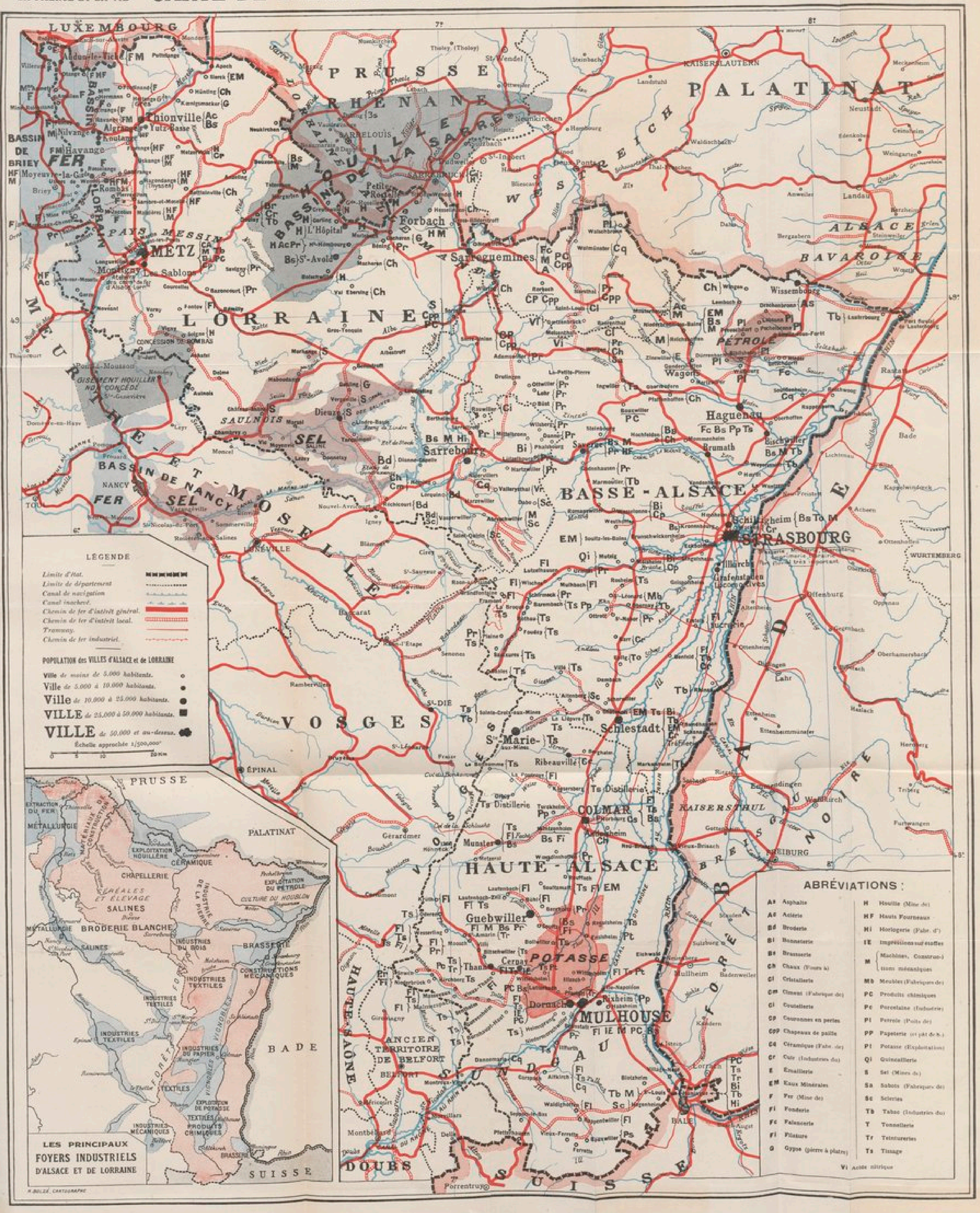
LE MÉTAL REX EST LE SEUL de sa composition dont l'emploi a été autorisé par les Ministères de la Guerre et de la Marine.

DEMANDER LES NOTICES SPÉCIALES A
MM. MARCEL BASSOT et Cie
PARIS - 14, Rue de Turenne, 14 - PARIS

Édité par
"LA SCIENCE ET LA VIE"

CARTE DE L'ALSACE ET DE LA LORRAINE INDUSTRIELLES

Numéro 43
FEVRIER - MARS 1919



ANDRÉ CITROËN

INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR

DE 115 A 143 QUAI DE JAVEL PARIS

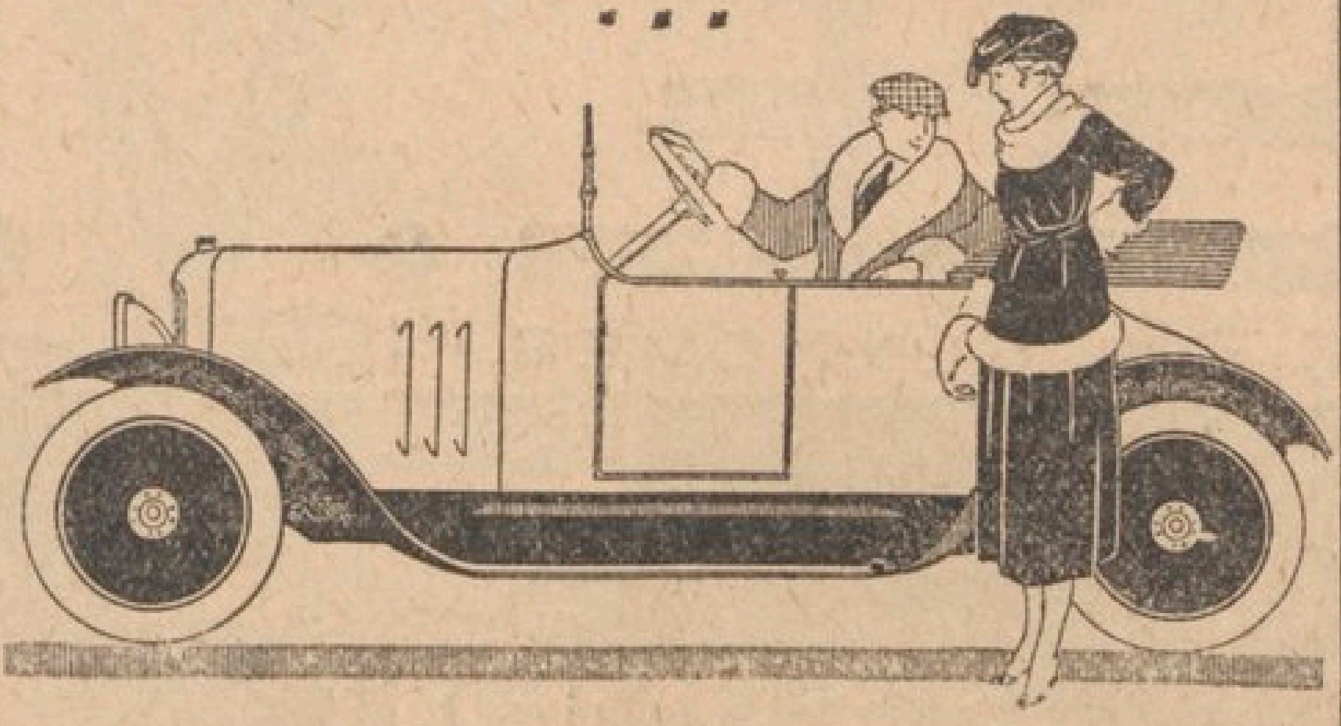
Nouvelle Voiture 10 HP

ECLAIRAGE & DÉMARRAGE ÉLECTRIQUES

Cinq roues Amovibles garnies de pneumatiques

DONT UNE DE RECHANGE

- *SUR TOUS LES MODÈLES* -



TORPEDO TROIS PLACES

Prix : 7250 francs

PRODUCTION = 100 VOITURES PAR JOUR
A PARTIR DU 25 AVRIL

Caractéristiques

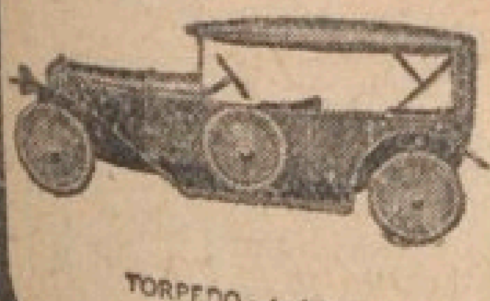
- Bloc-Moteur
- Quatre Cylindres 65-100
- Graissage sous pression
- Carburateur Automatique
- Magnéto à Haute Tension
- 3 Vitesses et Marche arrière
- Engrenages CITROËN à chevrons taillés, sur le Pont arrière
- Direction à gauche
- Roues Amovibles
- Pneus Michelin
- Voie 1m19
- Empattement : 2m55 (3 places) 2m83 (4 places)

SUSPENSION SPÉCIALE

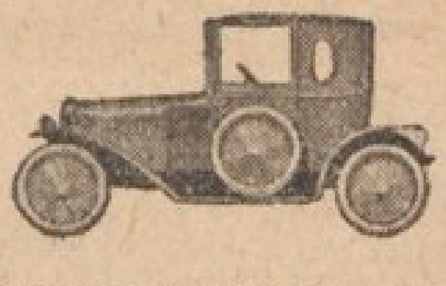
Avantages

- Consommation :
  - Essence 7 lit. 5 aux 100 k.
  - Huile 250 gr. aux 100 k.
- Douceur de Suspension
- Organes très facilement accessibles
- Interchangeabilité
- Freins puissants
- Vitesse en palier 65 kil. à l'heure
- Voiture de montagne

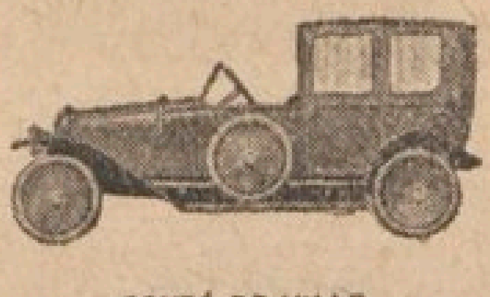
Poids de la Voiture carrossée 660 kil.



TORPEDO : 4 places
Prix : 7.950 frs



CONDUITE INTÉRIEURE : 3 places 8.000 frs
4 places 9.000 frs



COUPÉ DE VILLE
Prix : 9.800 frs

VOITURE de LIVRAISON, charge utile 250 kil
Prix : 7.400 frs
Supplément pour charge de 100 kilog. 500 frs

LANTERNES · PHARES · LAMPES
DÉMARREURS
MAGNÉTOS
DYNAMOS
S.E.V.
26, RUE GUYNEMER ISSY (SEINE)
LANCENT
ALLUMENT
ÉCLAIRENT
BOUGIES · ACCUMULATEURS

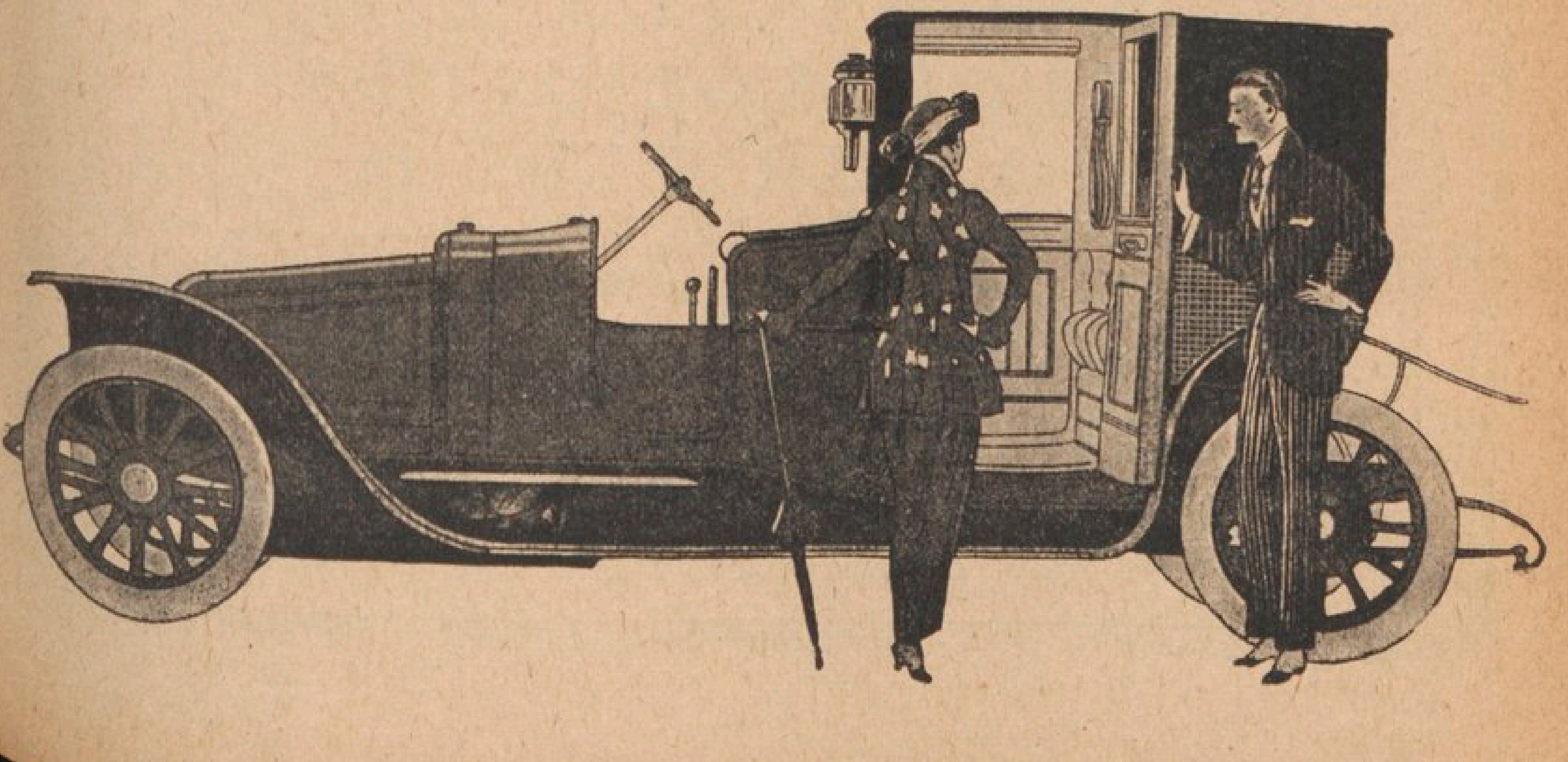
ADRESSER TOUTE DEMANDE DE RENSEIGNEMENTS ET DE CATALOGUE
au Service V

RENAULT

Les Usines Renault peuvent livrer dès maintenant :
des Voitures Automobiles,
des Camions Automobiles,
des Tracteurs —
Les Usines Renault sortiront à la fin de l'Été une voiture légère parfaite.
Le prix du Chassis sera de 6.800 fcs.
Toutes ces voitures sont munies de l'éclairage et du démarrage électriques S.E.V.

Magasins d'Exposition
53 Avenue des Champs Elysées

Usines Renault
Billancourt — Seine.



NOUS LIVRONS DÈS MAINTENANT
tous Modeles pour Voitures, Camions,
Motocyclettes, Canots automobiles, etc...

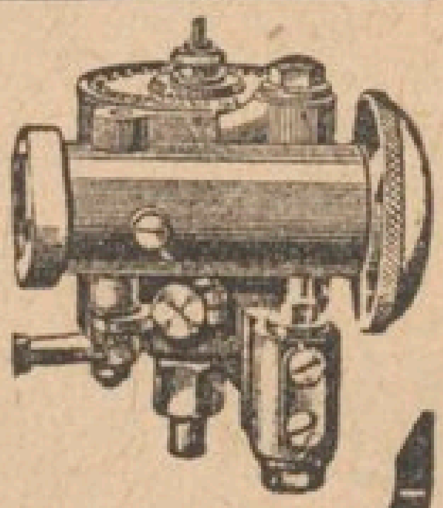
Société du

Carburateur ZÉNITH

SIÈGE SOCIAL ET USINES : *51, Chemin Feuillat, LYON*

Maison à Paris :
15, Rue du Débarcadère, 15

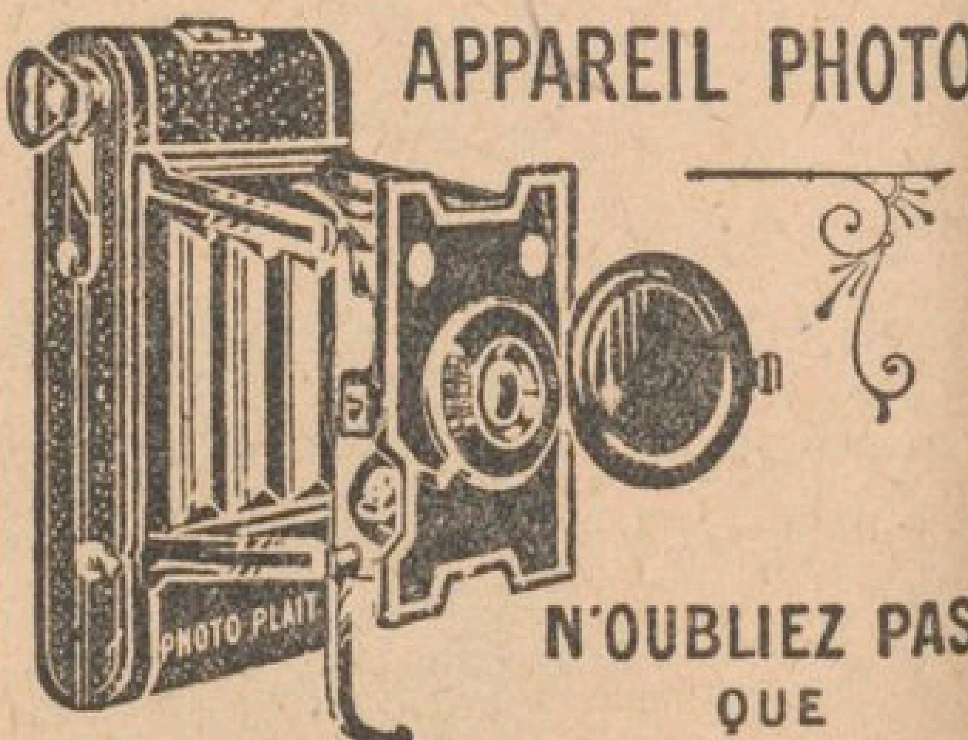
Usines et Succursales :
PARIS, LYON, LONDRES,
MILAN, TURIN, GENÈVE,
DETROIT, NEW-YORK.



Le Siège social, à Lyon, répond par courrier à toutes Demandes d'ordre technique ou commercial.

EN EXCURSION
& EN VOYAGE !!!

EMPORTEZ UN
APPAREIL PHOTO



N'OUBLIEZ PAS
QUE

PHOTO-PLAIT

37, Rue Lafayette. PARIS-OPÉRA

VEND LES MEILLEURS APPAREILS

SON CATALOGUE GÉNÉRAL EST ADRESSÉ GRATIS
ET FRANCO SUR DEMANDE

Les Cycles LOUIS CLÉMENT

SE RECOMMANDENT PAR

LEUR ÉLÉGANCE
LEUR SOLIDITÉ
:: LEUR FINI ::

OUVERTURE PROCHAINE D'UN STAND D'EXPOSITION ET MAGASIN DE VENTE
134, avenue Malakoff, Paris

USINES A BOULOGNE, LYON ET BORDEAUX

Perceuses portatives électriques?...

Le "RAPID"

Voici pourquoi...

STOKVIS & C^ie^, 48, Avenue de La Bourdonnais - PARIS

Avions L. BRÉGUET

Siège d'Exploitation : **VÉLISY** (Seine-et-Oise)

L'Avion Bréguet, ***type 14,***
utilisé pour les transports aériens

emporte une cargaison de 700 k. sur 300 km.
" " 500 k. 600 km.
" " 150 k. 1.200 km.

Sa vitesse commerciale moyenne est de
150 kilomètres par heure

Sa vitesse maximum restant de
190 kilomètres heure

Le prix de revient de la tonne kilométrique transportée par avion Bréguet, sur 300 kilomètres de parcours, est de l'ordre de 6 francs, soit

0 fr. 60 le kilo-cent kilomètres

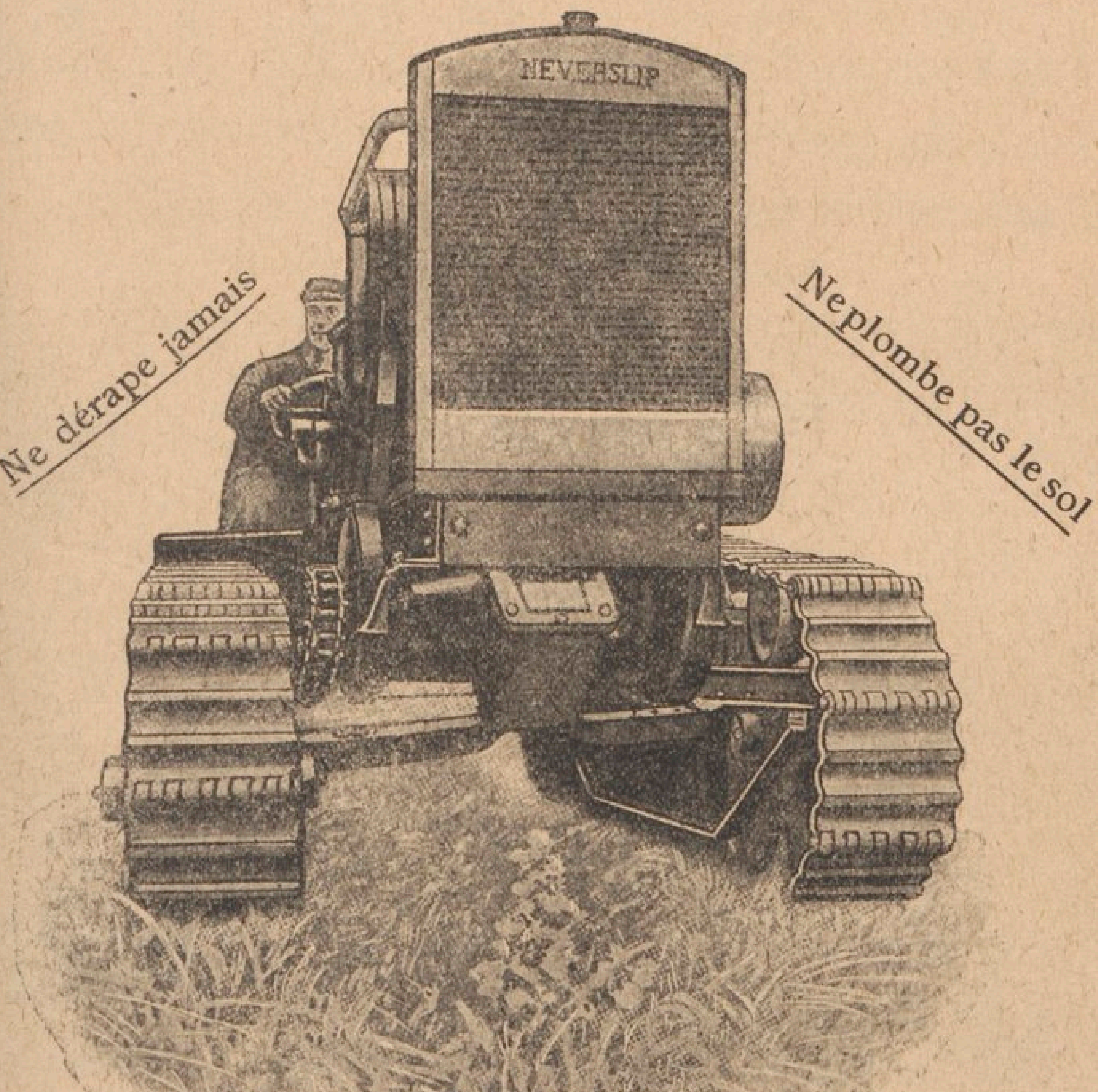
Tracteur TANK

Type NEVERSLIP

10 × 18 HP. — 12 × 20 HP. — 18 × 20 HP.

Ne dérape jamais

Ne plombe pas le sol



Construction et Solidité garanties

FRANCHIT TOUS LES OBSTACLES

A. W. PIDWELL, *19, Boulevard Malesherbes* *PARIS*

TÉLÉPHONE : ÉLYSÉE 40-32, 44-32, 44-33.

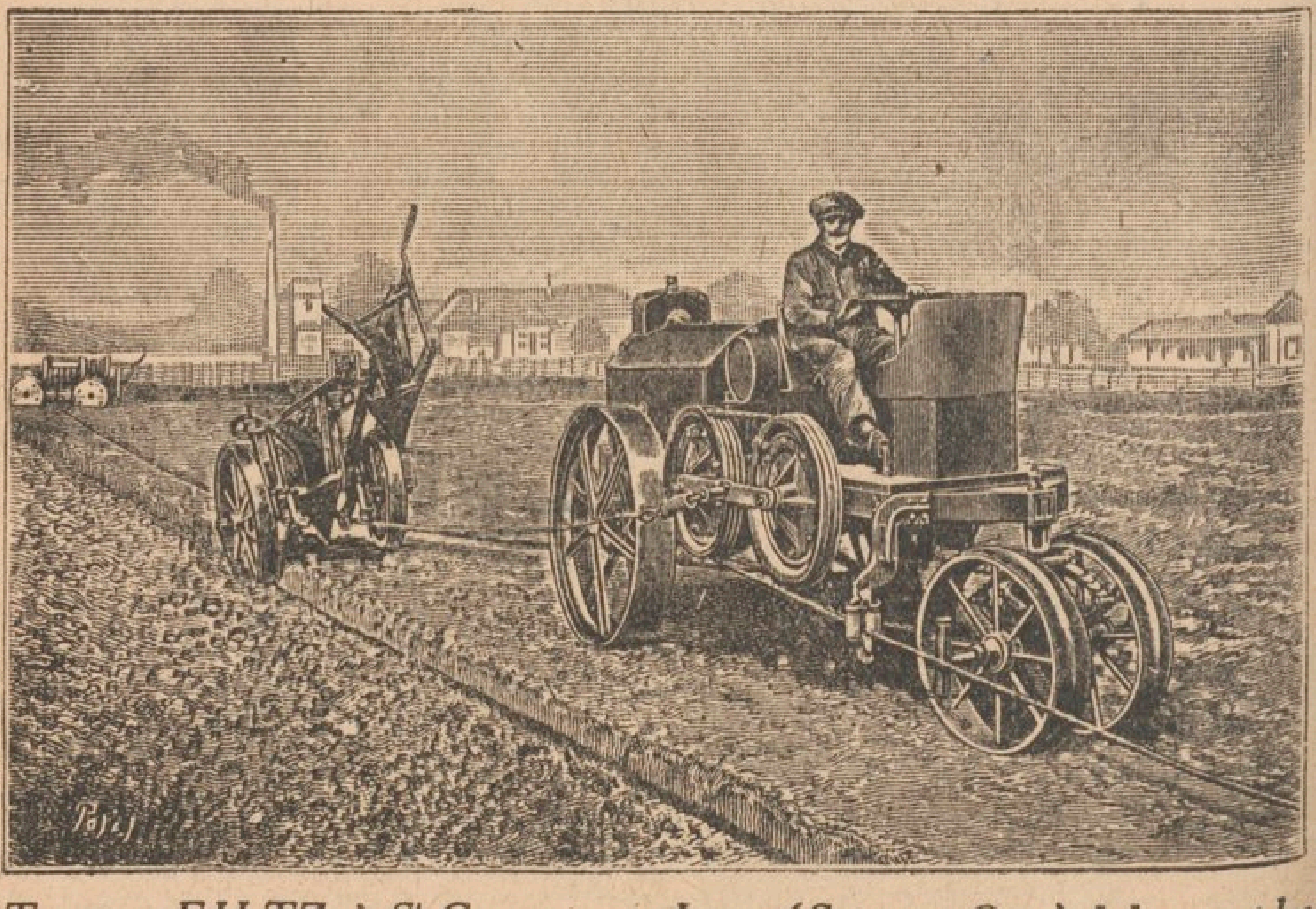
Ateliers à VIERZON (Cher).

La plus **grande** somme annuelle de **Labours** et de **Travaux agricoles (300** hectares),
le plus haut **Rendement (80 °/o)**,
les plus **belles Récoltes**,
les **Bénéfices** les **plus élevés** sont réalisés avec le

Tracteur-toueur FILTZ

TRÈS LÉGER, 1.800 KILOS. — TRÈS PUISSANT, 35-40 CHEVAUX

qui laboure et travaille utilement en toutes saisons quel que soit le temps.



Tracteur FILTZ, à St-Germain-en-Laye (Seine-et-Oise), labourant les terrains de la Ferme de la Jonction. Semaine de motoculture du printemps.

Démonstrations publiques du 30 mars au 6 avril

Notices et Renseignements gratuits :

MATÉRIEL DE CULTURE MODERNE

Anciens Établissements G. FILTZ et GRIVOLAS réunis. Soc. an. au capital de 5.000.000 de fr.

3, Rue Taitbout, PARIS (9e)

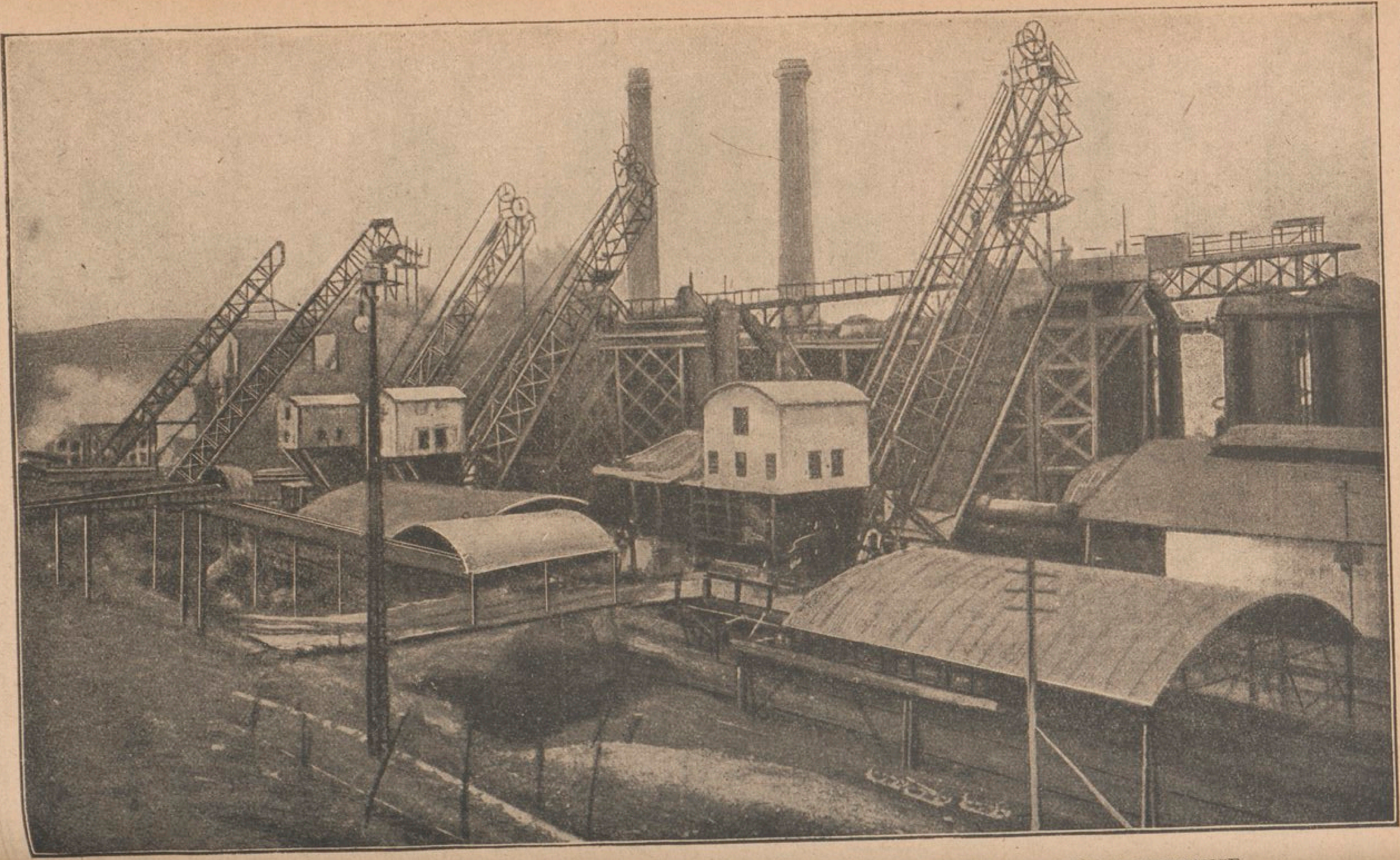
N° 43. Tome XV.

SOMMAIRE

(FÉVRIER-MARS 1919)

L'apport de l'Alsace-Lorraine à notre richesse nationale..	J.-G. Kergomard.. Prof. au lycée Louis-le-Grand	195
L'automobile électrique sera-t-elle la reine des autos ?..	Pierre-Desbordes.	211
La musique est devenue une branche de la mécanique	Alphonse Corbières..	221
Comment les bateaux allemands internés à l'étranger furent sabotés puis réparés	Marcel Girardeau.	233
La transmission de l'heure dans les villes	R. Chevalier.. Ingénieur E. P. C. I.	239
Une motocyclette à roue unique		253
La recherche des richesses enfouies dans les profondeurs du sol	Ch. Lordier.. Ingénieur civil des Mines	255
Un nouveau procédé d'extinction des feux d'huile.	J. de la Cerisaie..	265
Le nettoyage des wagons à l'aide de la brosse électrique	Paul Durieux..	271
Ce que les Allemands perdront en perdant leurs colonies	Marcellin Darast.. Ancien fonctionnaire de l'Administration coloniale	275
Les phares hertziens, guides des navigateurs dans la brume	Ct A. Poidloüé.	289
La fermeture électro-pneumatique des portes des voitures du métro	Jacques Burly.	297
Neuilly possède un chantier de constructions navales..	Célestin Drouhard.	301
L'utilisation comme combustible du charbon pulvérisé..	François Giraumont..	309
L'enregistrement automatique sans contact	Camille Gerber	319
Une bascule puissante pour faire une seule pesée d'une locomotive et de son tender	Maurice Fréville..	321
Les chemins de fer glissants.	Gustave Gomboust	327
Les poids lourds sur rails	Ch. Boureilles	335
La fabrication des allumettes	Dominique Gassier	339
Pour éviter l'explosion des films cinématographiques.	G. Brocher	355
La défense des voies ferrées contre la neige aux Etats-Unis	Lucien Rebel..	357
La chirurgie des arbres.	Octave Frécourt..	361
Une nouvelle machine à fabriquer les bouteilles.	Edouard Duplan..	363
Les galles des végétaux et les insectes qui les produisent	Gabriel Gardner..	369
Les A-côtés de la Science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor..	379
Chronologie des faits de l'après-guerre..		383

HORS TEXTE : Grande carte en couleurs de l'Alsace et de la Lorraine industrielles



BATTERIE DE SEPT HAUTS FOURNEAUX DE LA SOCIÉTÉ DES HAUTS FOURNEAUX LORRAINS, A KNUTANGE

... des plus importantes de la Lorraine, possède trois autres hauts fourneaux à Fontoy ; sa production totale est de 310.000 tonnes d'acier.

La Science et la Vie

MAGAZINE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous.

Depuis la guerre, paraît tous les deux mois. — Abonnements : France, 11 francs, Etranger, 18 francs
Rédaction, Administration et Publicité : 13, rue d'Enghien, PARIS — Téléphone : Bergère 37-36

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by La Science et la Vie *Février 1919.*

Tome XV — Février-Mars 1919 — Numéro 43

L'APPORT DE L'ALSACE-LORRAINE A NOTRE RICHESSE NATIONALE

Par J.-G. KERGOMARD

PROFESSEUR AU LYCÉE LOUIS-LE-GRAND

A la fin de son bel article sur l'Alsace-Lorraine, publié dans ce magazine, en 1915, M. Henri Lichtenberger écrivait : « C'est seulement le jour où elle sera redevenue française, que l'Alsace-Lorraine, rendue à elle-même, pourra de nouveau évoluer, dans la paix et la liberté, vers sa destinée normale. »

Ce retour à la France, que l'éminent professeur à la Sorbonne entrevoyait comme nous tous, dans un avenir plus ou moins éloigné, est maintenant un fait accompli. « Le plébiscite est fait ! » a pu dire M. le Président de la République.

Dans un « jeu de patience » ou de « puzzle », le dernier morceau non seulement trouve sa place exacte, mais il complète et termine le tableau d'ensemble par les traits qui y sont dessinés. C'est le cas de nos provinces récupérées. Elles remplissent le vide que nos atlas avaient religieusement maintenu depuis près de cinquante ans, et les traits de la géographie se continuent harmonieusement de chaque côté de la coupure artificiellement opérée en 1871. Pour le géographe, autant que pour le patriote, la France était mutilée; le tronçon est maintenant heureusement rapproché, et la greffe s'accomplira d'autant plus facilement que la plaie était toujours vive et que tout coïncide exactement d'un côté à l'autre.

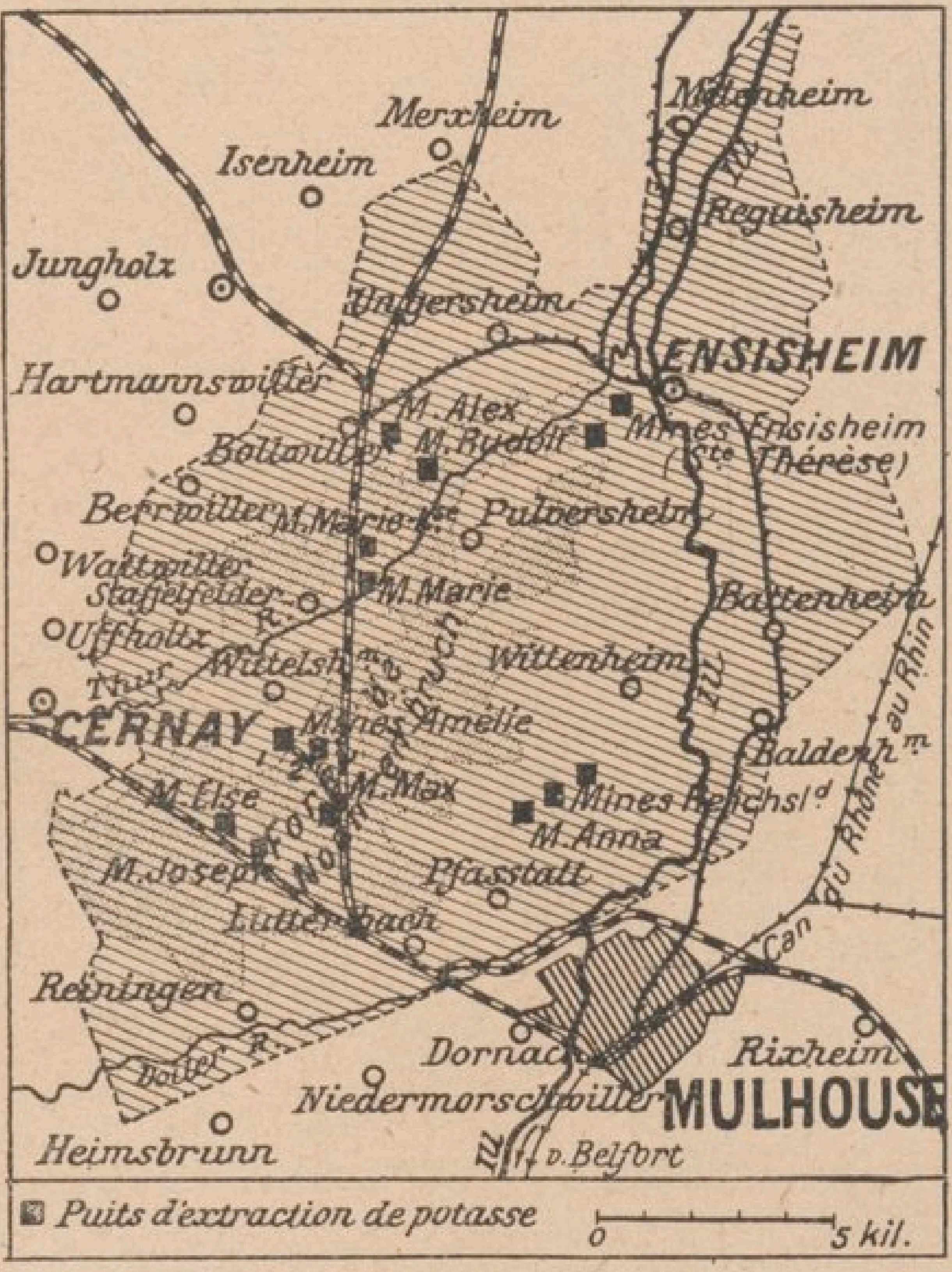
M. KERGOMARD

L' « Alsace-Lorraine » était une création purement artificielle de l'Allemagne, qui ne correspondait à aucune réalité géographique : ni le sol, plaine d'alluvions d'un côté, plateau de grès et de calcaire de l'autre, avec des montagnes granitiques et gréseuses entre les deux ; ni le climat, ni les populations, car Lorrains et Alsaciens se ressemblent peu, ni enfin les productions, ne sont les mêmes sur les bords du Rhin et sur ceux de la Moselle. La plaine alsacienne, peu fertile et boisée entre l'Ill et le Rhin, très riche entre l'Ill et les Vosges, la bande viticole des coteaux qui bordent le pied de la montagne ont déjà des caractères particuliers et se distinguent de la région de collines cultivées et forestières de l'extrême Nord ; en Lorraine, les grands plateaux agricoles ne ressemblent guère à la région maréca-

geuse des étangs qui s'étendent de Dieuze à Sarrebourg ; les forêts et pâturages des Vosges forment un pays à part. Mais bien plus tranchées par leurs caractères sont les agglomérations industrielles. Non seulement elles diffèrent de la partie agricole, mais elles se distinguent très nettement entre elles, suivant leurs spécialités. Les environs de Mulhouse, adonnés aux textiles et particulièrement au coton, ont un aspect que ne rappellent nullement ceux de Metz, qui vivent du minerai de fer, ou la vallée de la Sarre avec ses houillères.

Mais ces régions différentes dans l'Alsace et la Lorraine s'adaptent merveilleusement aux parties avoisinantes de la France, et le renversement des poteaux frontières n'a pas été seulement le symbole de la réunion de deux parties du même peuple, il a aussi reconstitué des ensembles économiques qui avaient été artificiellement brisés. Le bassin ferrugineux de la Moselle est à cheval sur l'ancienne frontière, comme la région cotonnière s'étend sur les pentes opposées des Vosges. Les richesses alsaciennes et lorraines viennent harmonieusement s'ajouter à celles de la France et y reprendront la place qu'elles n'auraient jamais dû perdre.

Pays d'agriculture, l'Alsace et la Lorraine sont, comme la France, des pays de petite propriété. Les 900.000 hectares environ de terres cultivables sont partagés entre près de 250.000 propriétaires dont les deux tiers ne possèdent pas même 2 hectares ; 1.150 seulement ont plus de 50 hectares et trois, plus de 500. Un paysan sur quatre est propriétaire. Comme en France encore, le propriétaire exploite lui-même sa terre dans la plupart des cas ; un quart seulement des biens est affermé en Alsace, un tiers en Lorraine. Aussi l'utilisation du sol est-elle des plus complètes : à peine 6 % de la superficie totale restent improductifs, et dans ce chiffre sont compris les terrains bâtis, les rues des villes, les marécages, les lacs et les fleuves. Les forêts couvrent 30 % en moyenne du sol — le tiers exactement en Alsace, un peu plus du quart en Lorraine — les prairies et pacages de montagne 15 % de l'ensemble (près de 20 en Haute-Alsace où les montagnes sont plus élevées). Les cultures proprement dites s'étendent sur près de la moitié du pays (48.5 atteignant 56 en Lorraine, 4 en Basse-Alsace et 40.6 en Haute-Alsace.



LES GISEMENTS POTASSIQUES DE L'ALSACE

Les puits de mines atteignant les couches de chlorure de potassium sont situés à l'intérieur d'un triangle dont les sommets sont marqués par les villes de Mulhouse d'Ensisheim et de Cernay.

Les pays récupérés n'apporteront pas à la France un gros supplément de céréales. Ils prendront rang parmi les départements qui consacrent le moins de terre à la culture du blé ; si la Lorraine atteint presque exactement la moyenne générale de la France, les deux départements alsaciens sont au-dessous de celle-ci, la Haute-Alsace avec 6,7 % et la basse avec 7,8 %, ce qui les met fort loin de nos grands pays du bassin parisien, de la basse Loire et de la moyenne Garonne, où les emblavures occupent plus du cinquième du sol.

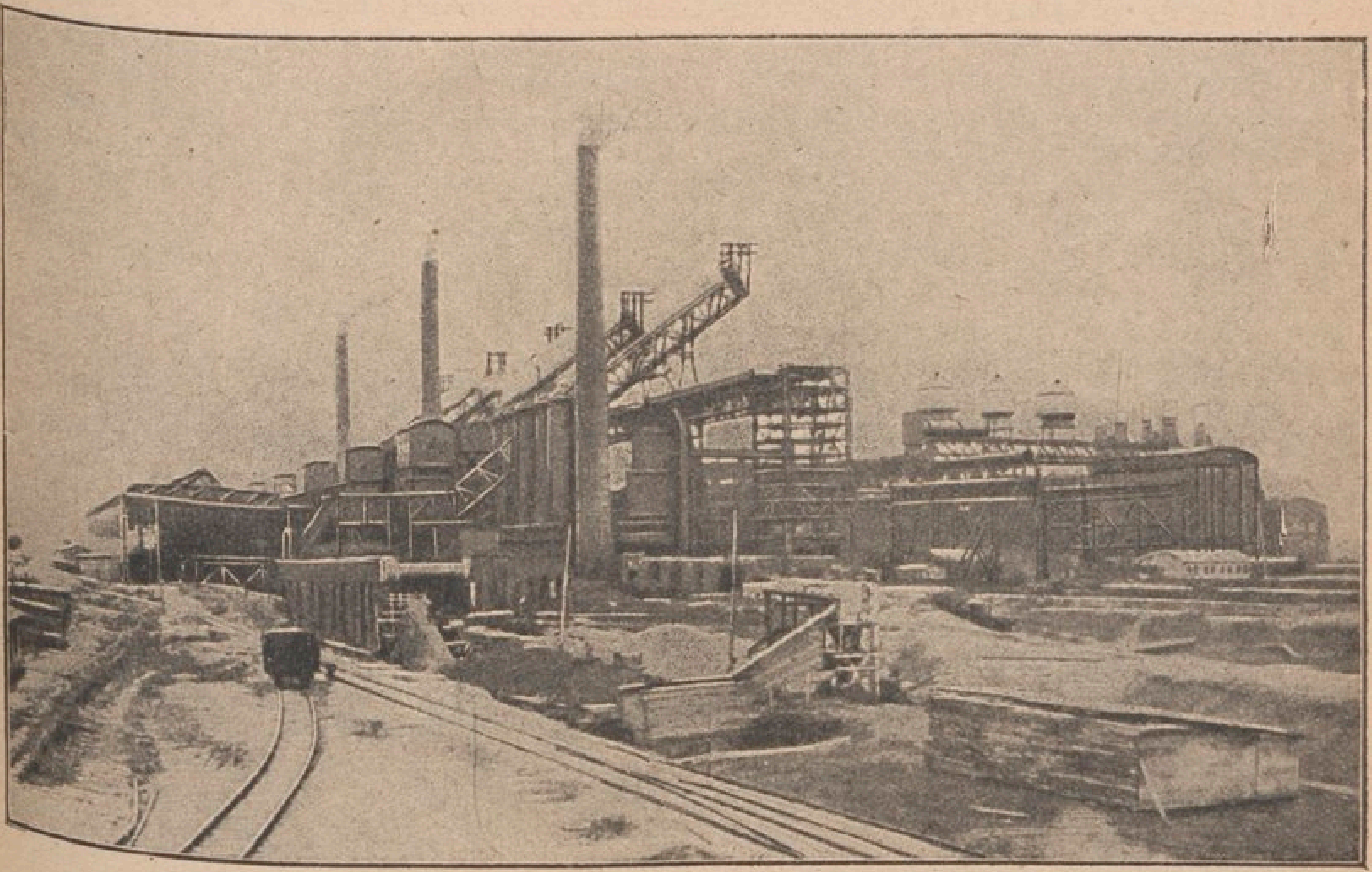
Mais le territoire est fertile, les procédés de culture sont perfectionnés, aussi le rendement est-il supérieur au rendement moyen en France (13,6 quintaux à l'hectare), sans cependant atteindre celui du Nord (26). La moyenne est de 17 quintaux ; la Lorraine en donne 16, la Basse-Alsace 19 et la Haute-Alsace

La pomme de terre est une plante fort appréciée des Alsaciens et Lorrains. La Basse-Alsace apporte un contingent de 5.700.000 quintaux, ce qui en fait le troisième département producteur en France; la Lorraine, avec 4.400.000 quintaux, la suit à un rang d'intervalle; sa récolte de 2.500.000 quintaux met la Haute-Alsace à une place très moyenne.

Parmi les autres cultures, peu méritent d'être citées parce qu'elles ne jouent qu'un rôle médiocre. La betterave n'est récoltée que dans les environs de la sucrerie d'Erstein, en Basse-Alsace ; le tabac, dans le même département, donne environ 50.000 quintaux, qui alimentent les manufactures de Strasbourg, et une certaine exportation; le maïs est une curiosité agricole sous cette latitude, et sa culture — médiocre du reste — ne s'explique que par la chaleur assez forte des étés dans la vallée du Rhin.

C'est la même chaleur que réclame la vigne; aussi le vignoble alsacien-lorrain est-il relativement développé.

La majeure partie des vignes alsaciennes, dont la superficie totale atteint 25.000 hectares, donne des vins blancs riches en alcool, qui vieillissent bien, rappellent, par leurs caractères généraux, les célèbres vins du Rhin, et se vendent à des prix fort élevés ; un bon Alsacien donnerait tous les crus les plus célèbres de Bordeaux ou de Bourgogne pour une bouteille de Riquewihr ou de Rosheim de la bonne année. En dehors des grands vins cotés, la majeure partie des vignes donnent des vins de table pour la plupart consommés dans le pays. En Lorraine, les crus sont moins réputés, et la superficie (5.700 hectares) beaucoup moins grande.



BATTERIE DE SIX HAUTS FOURNEAUX DES USINES THYSSEN, A HAGONDANGE

Ces appareils, de construction ultra-moderne, sont desservis par des ascenseurs inclinés servant à la montée et à la descente des bennes de chargement.

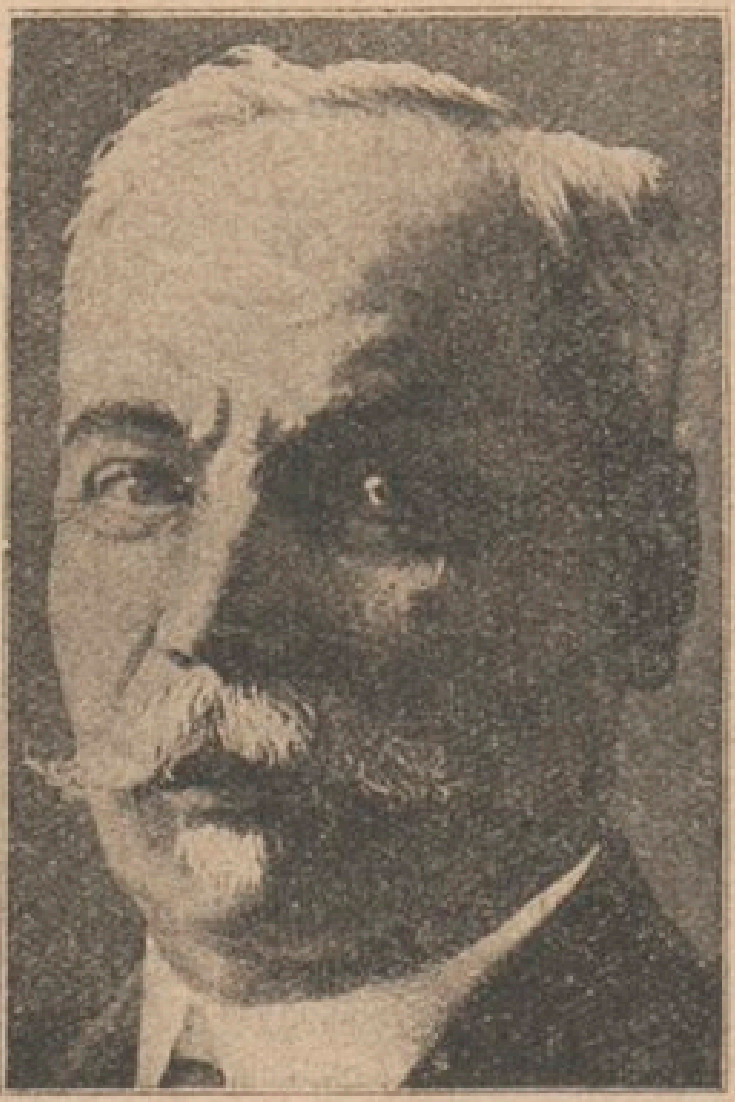
La vendange est extrêmement variable, en quantité et en qualité, comme on doit s'y attendre sous cette latitude ; elle a passé, dans la dernière période décennale, d'un minimum de 151.000 hectolitres à un maximum de 1.126.000, la valeur totale oscillant de 8.750.000 francs à 38.000.000, celle de l'hectolitre de 18 à 46 francs.

Le vignoble alsacien-lorrain a subi, depuis l'annexion à l'Allemagne, une crise très grave : la culture a diminué, les grands crus tendent à disparaître. Les maladies, en particulier le phylloxera, ont exercé leurs ravages, et le gouvernement allemand, peu soucieux sans doute de sauver une concurrence à ses vins du Rhin et de la Moselle, a interdit l'impor-

tation des plants américains. L'Alsace est donc dans la nécessité d'acheter des vins au dehors ; l'importation l'emporte sur l'exportation, en moyenne de 50 à 100.000 hectolitres et parfois de 250.000.

L'Alsace et la Lorraine sont des pays forestiers, celle-là plus que celle-ci qui, « entre les Vosges et l'Ardenne, fait l'effet d'une clairière », relativement, car les bois y couvrent encore plus du quart de la superficie, alors qu'ils dépassent le tiers en Alsace. Les trois départements complètent admirablement la région forestière du Nord-Est de la France.

Ces forêts diffèrent avec les régions. Les sommets des Vosges sont entourés d'admirables futaies de sapins hauts et droits, de mélèzes et de pins, leurs pentes inférieures revêtues du somptueux manteau des hêtres, frênes, châtaigniers, chênes et érables ; elles fournissent d'excellent bois de chauffage, de construction, de scierie et de menuiserie, et aussi la pâte à papier, qui en dévore des quantités croissantes ; le sous-bois offre en abondance les fruits chers aux Alsaciens, comme les myrtilles et les fraises.



M. MARINGER

Haut-commissaire de la République française à Strasbourg.

Les grasses prairies de la plaine d'Alsace ou de Lorraine, des vallées vosgiennes, les « chaumes » ou pâturages de la haute montagne, nourrissent un abondant bétail. Pour la race bovine, la Basse-Alsace comptera, avec 215.000 têtes, parmi les départements les plus riches de France; la Lorraine (183.000) sera dans la forte moyenne, et la Haute-Alsace (124.000), dans la basse moyenne. Les syndicats agricoles ont beaucoup amélioré les races. En Alsace, les bœufs sont employés au charroi et à la culture.

La Lorraine, qui utilise les chevaux, en fait un gros élevage, et la race est estimée (72.000 têtes) ; la Basse-Alsace (41.000) et surtout la Haute (23.000), se rangent, l'une dans la moyenne, l'autre parmi les départements relativement pauvres. Strasbourg possède un haras, où l'on produit surtout le cheval de trait. Mais la guerre a dû singulièrement atteindre la cavalerie alsacienne-lorraine. Qu'en reste-t-il aujourd'hui ?

Comme tous les pays d'agriculture riche, la Lorraine et l'Alsace, cette dernière surtout, abandonnent de plus en plus l'élevage du mouton. Si la Lorraine en possède encore 27.000 têtes, la Basse-Alsace (13.000) et la Haute-Alsace (5.000) se classeront de beaucoup au dernier rang.

Par contre, pour les porcs, la Lorraine prendra la tête, avec 211.000 animaux; la Basse-Alsace (145.000) pourra être considérée comme suffisamment riche, et la Haute-Alsace se trouvera aux environs de la moyenne (74.000).

L'industrie des foies gras de Strasbourg explique l'abondance des oies, surtout en Basse-Alsace (82.000); les deux autres départements n'en comptent guère que 25.000 chacun. La volaille abonde dans toutes les fermes. La pêche est abondante dans les rivières et ruisseaux; les truites et écrevisses sont fort estimées. C'est, du reste, en Alsace, qu'avaient été faits des essais de pisciculture avant l'annexion de 1871, et le gouvernement allemand n'a eu qu'à continuer l'œuvre entreprise par les Français. Les étangs du Sundgau et ceux de la Lorraine du Sud donnent des résultats trois fois supérieurs à ceux que l'on obtient en France ; leurs carpes, brochets et truites sont éminemment dignes de paraître sur la table de l'« Ami Fritz ».

Si l'apport agricole de l'Alsace et de la Lorraine à la France est loin d'être négligeable, c'est surtout dans l'industrie que la réannexion produira des effets considérables que nous ressentirons.

L'ancien « Pays d'Empire » se divise nettement, à ce point de vue, en deux parties distinctes : la Lorraine minière et métallurgique et l'Alsace, où l'industrie textile l'emporte de beaucoup.

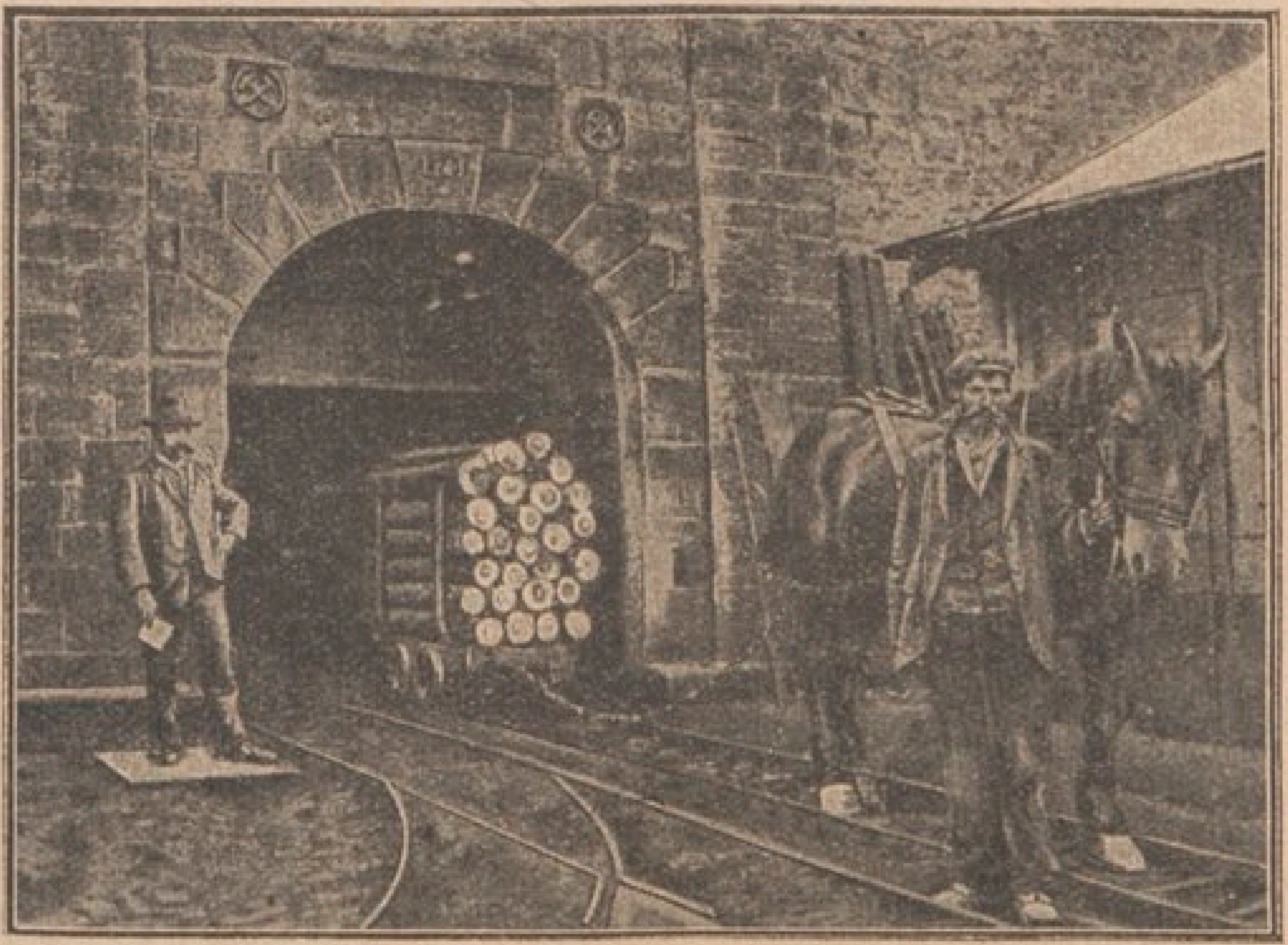
Dans l'Alsace même, il y a lieu de distinguer deux régions. La Haute-Alsace, soit dans la plaine de Mulhouse, soit dans les vallées du versant oriental des Vosges, est tout entière, peut-on dire, adonnée à l'industrie textile et aux fabrications connexes : produits chimiques, machines, papeterie. En Basse-Alsace, les industries alimentaires tiennent la première place

sauf dans l'extrême Nord, où la présence de grandes forêts a fait naître, jadis, la métallurgie et où s'est conservée, très intense, la construction des machines.

Dans la Lorraine, deux zones différentes : l'ouest de Metz, qui vit du fer, et le bassin de la Sarre, qui exploite la houille.

La houille est, d'après une expression célèbre, « le pain de l'industrie ». Or la France souffre de la famine à cet égard. Ses bassins houillers, dispersés, ne lui donnent qu'une quarantaine de millions de tonnes de combustible, presque exactement les deux tiers de sa consommation. Elle doit en importer, bon an mal an, vingt millions de tonnes. Le bassin houiller de la Sarre sera pour nous d'une grande importance.

Il s'étend, dans son état actuel, en travers de la vallée de la Sarre, qu'il dépasse des deux côtés, depuis Frankenholz, dans le Palatinat, jusqu'à Karlingen, en Lorraine, sur une étendue de 155.000 hectares. Les couches carbonifères ont été suivies jusqu'à l'ouest de Pont-à-Mousson et dans les environs de Nancy. Mais ces couches, qui affleurent presque dans la vallée de la Sarre — à 75 mètres du sol — plongent rapidement vers l'ouest, et sont rejetées par des failles jusqu'à des profondeurs considérables — 1.300 à 1.550 mètres — à leur extrémité occidentale. Il y a là, pour le jour où l'on arrivera à exploiter les mines au delà de 1.000 mètres, des réserves énormes. Les évaluations varient naturellement beaucoup, car, malgré l'apparente précision des chiffres, géologues et mineurs travaillent sur des renseignements sujets à caution. Le minimum, jusqu'à 1.000 mètres de profondeur, est de 5 milliards et demi de tonnes, et jusqu'à 1.500 mètres, de 9 milliards et demi ; les maxima vont jusqu'à 53 milliards et demi ! Même en s'en tenant strictement aux chiffres les plus modestes, on voit qu'il y a encore de beaux jours pour les « gueules noires » dans le pays de la Sarre.



ENTRÉE D'UNE MINE DE FER EXPLOITÉE A FLANC DE COTEAU, A MOYEUVRE-GRANDE

Dans les mines de cette partie de la Lorraine, les galeries sont en palier et la traction se fait à l'aide de chevaux.

L'extraction se faisait, en ancienne « Lorraine annexée », dans trois concessions sur treize accordées. Ce sont celles de Petite-Rosselle, appartenant à la célèbre raison sociale : les Petits-Fils de François de Wendel, vieille famille française ; de Sarre et Moselle, propriété des Allemands Thyssen et Stinnes ; de la Houve, sous la forêt du même nom, avec capitaux lorrains et allemands, la majorité appartenant aux premiers, le tout dans la région de Forbach-Saint-Avold, au sud-ouest de Sarrebrück. La production totale était, en 1913, de 3 millions 850.000 tonnes environ, dont 2 millions 400.000 pour le premier, 1 million 100.000 pour le second, et 350.000 pour le troisième ; le nombre des ouvriers est respectivement de 9.300, 5.500 et 1.500. Petite-Rosselle et la Houve ont des cokeries produisant 1.700.000 tonnes, et des centrales électriques extrêmement puissantes qui alimentent la Lorraine.

Les mines de la région de la Sarre proprement dite, dans la Prusse rhénane et dans le Palatinat, appartiennent, sauf deux, aux gouvernements, et sont dites fiscales. Cette situation même facilitera la prise de possession par la France. Si celle-ci renonce à demander la réannexion de la région qui lui a donné le maréchal Ney, l'Etat français pourra tout au moins exiger que les mines fiscales lui soient remises, ne serait-ce que comme une partie de l'indemnité que doivent les puissances responsables de la guerre.

C'est l'État prussien qui est le plus riche, avec douze sièges d'extraction,

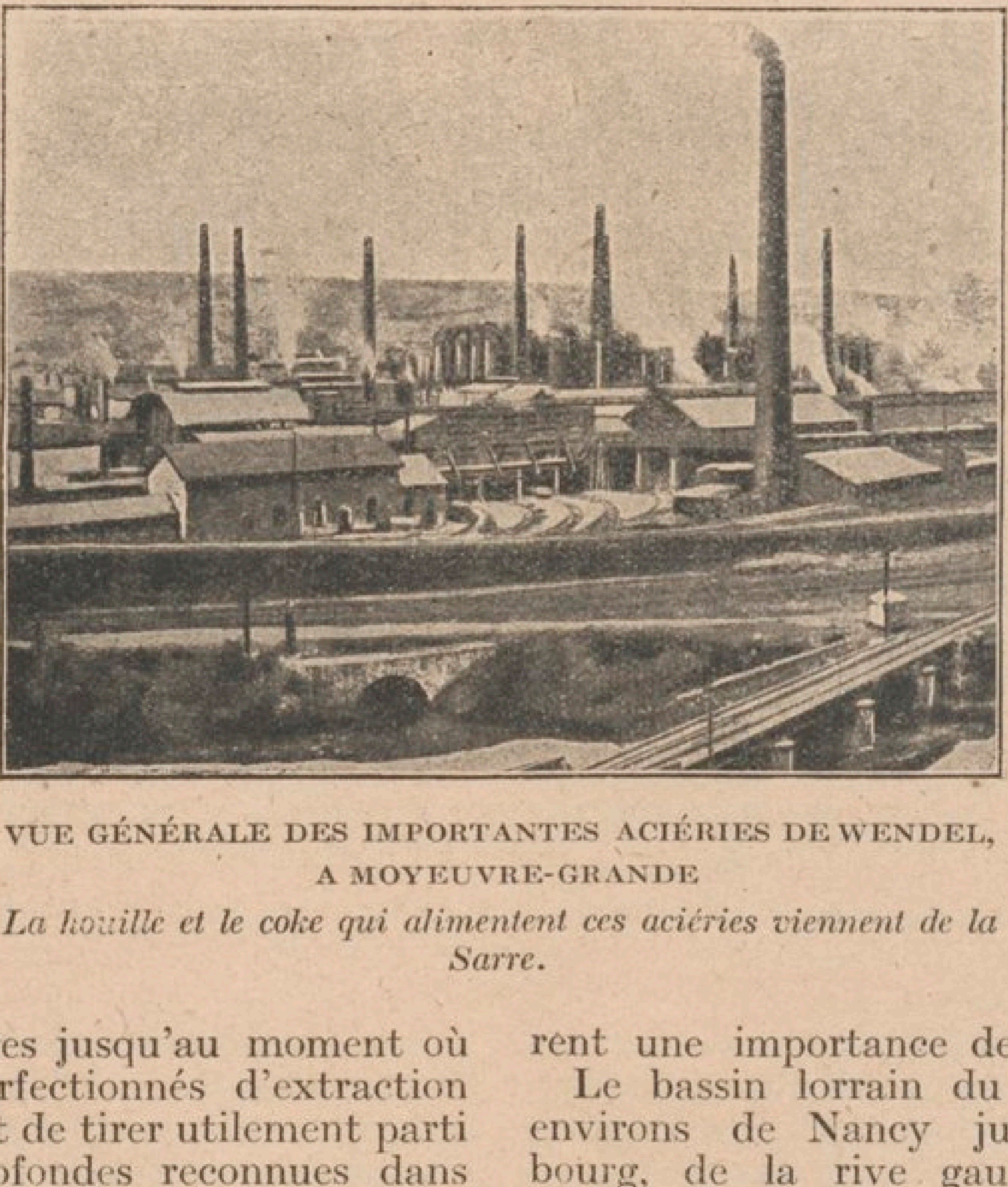
ayant produit, en 1913, un total de 12.500.000 tonnes environ. Le fisc bavarois se contente de deux concessions, donnant 800.000 tonnes. Des mines privées, l'une, en territoire prussien, à Hostenbach, extrait 200.000 tonnes, l'autre, en pays bavarois, à Frankenholz, mais appartenant à des capitaux français, amène au jour 400.000 tonnes de charbon.

L'extraction totale de la région houillère entière atteint donc un peu plus de 17 millions de tonnes, c'est-à-dire environ 3 millions de moins que la quantité que nous devons acheter à l'étranger. La consommation sur place et dans la Lorraine étant de 11 millions de tonnes, il resterait près de 6 millions de tonnes d'excédent pour l'usage de la France.

La réunion des mines de la Sarre ne nous apportera donc pas un véritable enrichissement, tout au plus une diminution de notre pauvreté ; nous serons tributaires des houilles étrangères jusqu'au moment où les procédés perfectionnés d'extraction nous permettront de tirer utilement parti des couches profondes reconnues dans le prolongement du bassin de la Sarre vers Pont-à-Mousson et Nancy.

Bien au contraire, les gisements ferrugineux de Lorraine, vantés par tous les géologues, feront de nous une des puissances maîtresses du marché mondial.

On connaît la singulière histoire de ce bassin, devenu si célèbre. Depuis longtemps, on exploitait en Lorraine le minerai que les Allemands appellent la « minette », et qui est un fer très phosphoreux. L'utilisation en était très difficile et l'exploitation minime, quand, en 1871, la frontière fut tracée. Si l'anecdote qui attribue à une boutade de Pouyer-Quertier la renonciation de Bismarck à la région de Briey n'est peut-être pas vraie — comme la plupart des anecdotes historiques — elle montre cependant l'opinion générale d'alors sur la valeur des minettes lorraines. On peut être sûr que, si Bismarck et ses conseillers techniques s'étaient doutés de l'avenir de la région, toutes les plaisanteries de Pouyer-Quertier n'auraient pu lui arracher un mètre carré de terre, car les Prussiens ont prouvé, depuis 1814, qu'ils avaient une politique d'annexion non seulement sur le terrain économique, mais encore sur celui de la politique et de la stratégie.



VUE GÉNÉRALE DES IMPORTANTES ACIÉRIES DE WENDEL, A MOYEUVRE-GRANDE

La houille et le coke qui alimentent ces aciéries viennent de la Sarre.

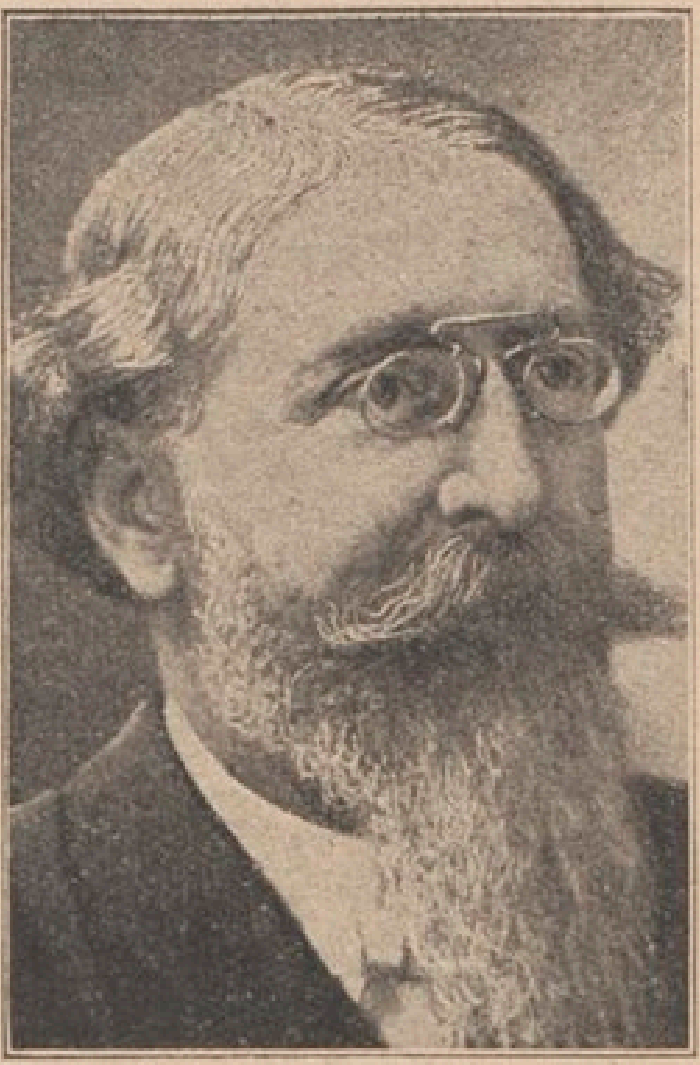
Mais la découverte de la déphosphoration des fers devait amener une révolution dans l'industrie métallurgique ; elle permit d'utiliser les minettes dans la fabrication de l'acier et fournit, comme sous-produits, un excellent engrais, les scories de déphosphoration. Aussitôt, les gisements de Lorraine, jusqu'alors méprisés, prirent une importance de premier ordre.

Le bassin lorrain du fer s'étend des environs de Nancy jusqu'au Luxembourg, de la rive gauche de la Moselle jusqu'à la plaine de la Woëvre. Mais la frontière de 1871 le coupait en deux tronçons : un à l'ouest, en France, c'est le bassin de Nancy-Briey-Longwy ; l'autre à l'est, c'est celui de Metz ; l'extrémité septentrionale est inégalement partagée entre Luxembourg et Belgique.

La production, minime en Belgique — une centaine de milliers de tonnes au maximum — importante au Luxembourg — 6 millions de tonnes environ — est particulièrement intense dans les deux parties purement lorraines : 18 millions de tonnes pour le bassin de Briey, 21 millions pour celui de Metz.

L'importance de ces mines était grande

pour les deux pays ennemis pendant la guerre qui vient de finir. Les Allemands n'ont pas caché l'intérêt qu'ils attachaient à la possession du bassin de Briey, qui aurait augmenté de près de 90 % leur richesse en minerai de fer ; comme, victorieux, ils auraient certainement annexé le Luxembourg, c'était pour eux une augmentation de 114 %. Ils ne dissimulaient pas que la perte de leur partie du bassin de Lorraine serait une ruine pour eux. En effet, la production totale des mines de fer allemandes était de 25 millions de tonnes environ. Si, de 25 on retranche 21, il reste 4 ; c'est à ce chiffre minime que se réduit le revenu en fer de l'Allemagne. Le bassin de Briey et celui de la région de Metz étaient l'enjeu que les Allemands avaient mis — entre autres — dans l'abominable partie qu'ils ont engagée en 1914. Ils l'ont perdue, et nous l'avons gagnée. En effet, la réannexion augmente notre production totale en fer de 105 %, et, avec le chiffre de 41 millions de tonnes, nous met au second rang des puissances du monde, après les États-Unis et leurs 55 millions de tonnes, distançant de loin l'Angleterre et ses 15 millions. Il ne faut pas, en outre, oublier nos mines de Normandie, qui n'ont pas dit leur dernier mot.



M. MIRMAN

Commissaire de la République française à Metz.

Sans quitter la Lorraine, nous devons citer, comme ressources minérales, les mines de sel gemme et de soude, qui sont exploitées aux deux extrémités d'une bande étroite orientée du nord-est au sud-ouest et longue de 50 kilomètres, de Sarralbe à Chambrey, et qui, après avoir plongé après la frontière, reparaît aux environs de Nancy, à Dombasle, Varangéville, etc. Ce n'est, du reste, pas par hasard que le gisement s'arrêtait, au moins provisoirement, à la frontière, c'est par la volonté des Allemands : le tracé du « liseré vert » épousait très exactement les limites du terrain salifère.

Les exploitations de Château-Salins, nom significatif, de Dieuze, de Sarralbe, dont les plus importantes appartiennent à la Société Solvay, et les autres à des capitaux alsaciens, lorrains ou français, donnent un total de 190.000 tonnes de sel et de soude. C'est un appoint appréciable, sans être très considérable, à nos quelque 3 millions de tonnes de sel, gemme ou marin.

La Lorraine possède, en outre, des carrières assez abondantes de beaux grès dans les Vosges, de gypse et de pierre à chaux, d'argile, utilisée dans la céramique, la poterie, la briqueterie et la tuilerie, de gravier et de sables, mais ce sont matières abondantes en France, et, en général, d'un usage purement local.

MINES DE SEL DU BASSIN DE LA SEILLE

Ces gisements sont situés sur les territoires bien connus des cantons de Vic-sur-Seille et de Dieuze, dans l'arrondissement de Château-Salins. Elles produisent environ 190.000 tonnes par an de sel et de soude.

Beaucoup moins riche en produits minéraux est l'Alsace. Les petits gisements de lignite, de plomb, de fer, de cuivre, de manganèse, qui étaient exploités à l'époque où l'absence de moyens de communication obligeait les gens à vivre sur les ressources du pays, sont épuisés ou abandonnés comme trop peu productifs. Sainte-Marie-aux-Mines et sa voisine, Sainte-Croix-aux-Mines ne méritent plus aujourd'hui leurs noms.

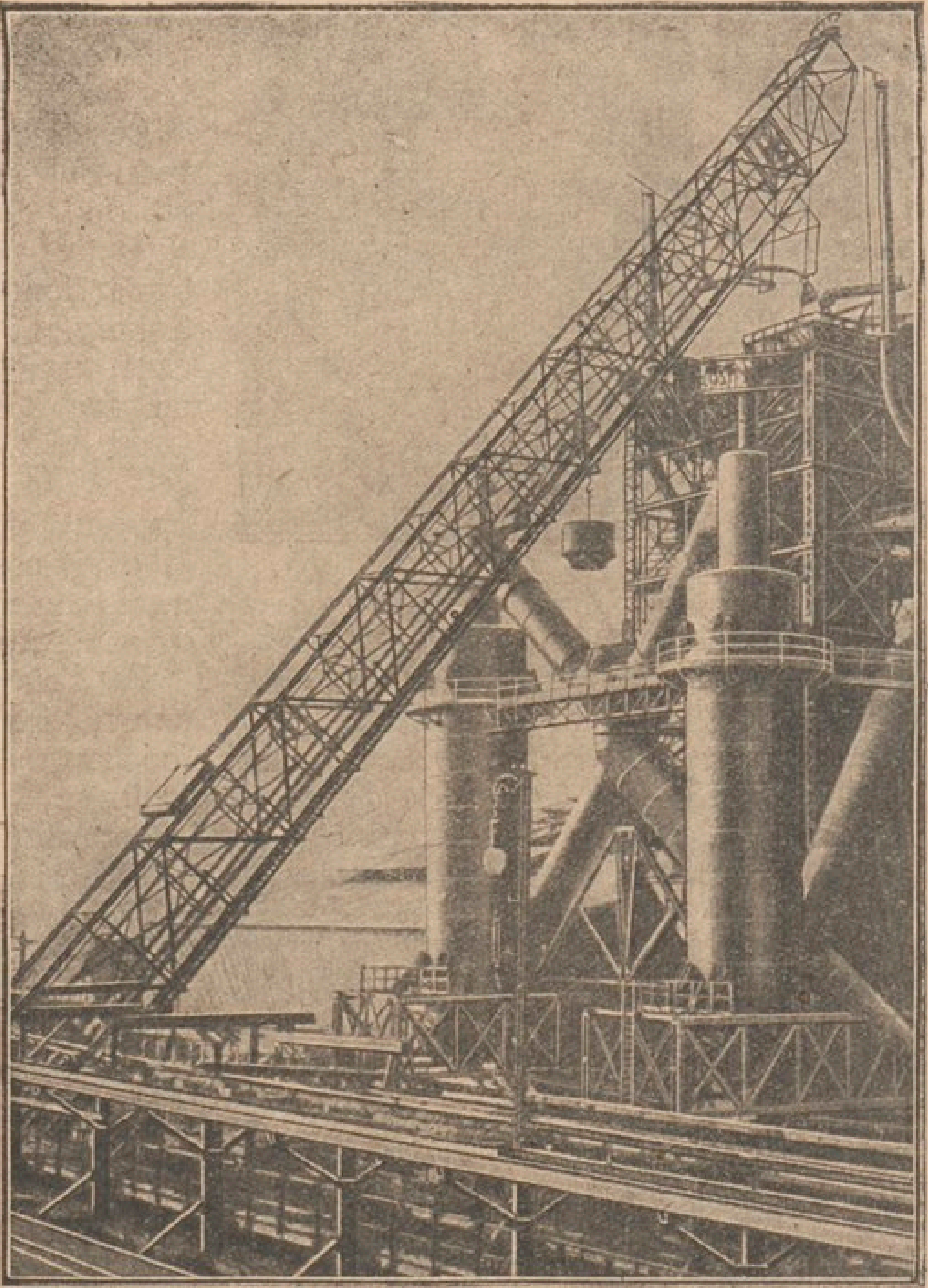
Cependant, la riche province n'est pas

complètement démunie, et, depuis quelques années, elle possède dans les gisements de pétrole et surtout dans les mines de sels de potasse, des ressources appréciables et des promesses d'avenir.

Il s'en faut que ses gisements de pétrole lui donnent une richesse comparable à celles de la Galicie ou de la Roumanie. Mais un pays comme la France, qui est complètement dépourvu de carburant liquide, n'a pas à faire la petite bouche.

C'est en Basse-Alsace, tout à fait au nord, entre la forêt de Haguenau et Wissembourg, que se trouvent les poches de pétrole qui ont pris le nom du village de Pechelbronn. L'huile y est excellente, surtout pour l'extraction de l'essence. La production est de 33.500 tonnes, bien minime à côté des 9 millions de Bakou et des 30 milions des Etats-Unis. Des raffineries sont installées à côté des puits. On extrait, de la même région, 3.700 tonnes d'asphalte, à Lobsann. Mais nous sommes beaucoup moins pauvres en ce produit qu'en pétrole.

C'est de la potasse que l'Alsace peut espérer tirer de gros revenus, et c'est avec elle qu'elle apportera à la France une aide puissante. On sait l'importance des sels de potasse comme engrais agricole et comme matière première pour les industries chimiques. Or, jusqu'ici, l'Allemagne avait, en Europe du moins, le monopole de ces sels. Les riches gisements de Stassfurth, en Saxe, sont pour beaucoup dans les rendements impressionnants de l'agriculture allemande et dans la prospérité de ses usines de produits chimiques.



VUE PARTIELLE DES HAUTS FOURNEAUX LORRAINS D'AUMETZ-LA-PAIX, A KNUTANGE

Le chargement du minerai, du combustible et de la castine a lieu par un monte-charge incliné à commande électrique, au moyen de bennes circulant sur une voie unique.

Il y a peu d'années, de 1904 à 1908, une société de forage de puits de mines, à la tête de laquelle était un industriel de Masseveaux, M. Vogt, découvrit, près de Cernay, au pied de l'Hartmannswillerkopf, en partie sous la forêt de Nonnenbruch, un gisement formidable de ces sels précieux. Il est long de 20 kilomètres, large de 10 et a une épaisseur de près de 8 mètres, ce qui fait prévoir une puissance d'un milliard et demi de tonnes. La sylvinite qu'on en tire est plus riche que celle de Stassfurt, car elle contient plus de 20 % de potasse pure. La profondeur des couches est malheureusement assez grande, de 500 mètres au sud, à 800 mètres au nord.

L'extraction s'est élevée, en 1913, à 2.200 tonnes, ce qui est évidemment peu considérable à côté des 11 millions de tonnes produites par Stassfurt.

Comme la Lorraine, l'Alsace est riche en carrières de toutes sortes.

Parmi les industries de transformation, la métallurgie tient, comme il va de soi, le premier rang en Lorraine : les riches

mines de fer se sont entourées de nombreux hauts fourneaux où est traitée sur place la partie du minerai qui n'est pas exportée — en Westphalie surtout. — Presque tous les villages de la rive gauche de la Moselle ont leurs installations, dont quelques-unes sont importantes : Maizières, Hagondange, Rombas, Moyeuvre-Grande, Uckange, Fontoy, Hayange, Knutange, etc. Plus de 60 hauts fourneaux, dont 17 appartiennent à la société française de Wendel, y sont en exploitation. La houille et le coke y viennent presque en totalité de la Sarre.

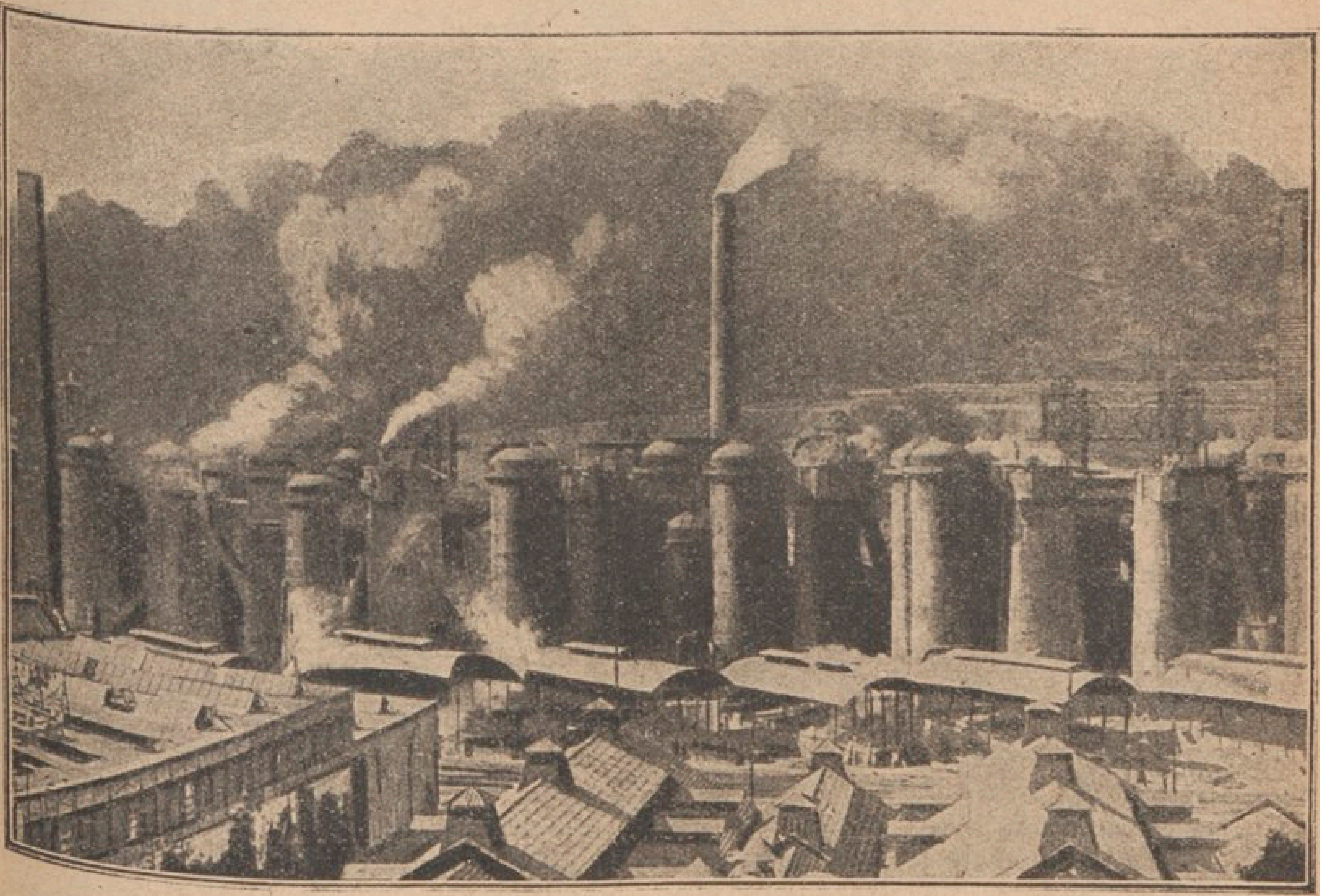
Par réciprocité, le bassin de la Sarre fait venir des minerais qu'il fond dans 29 hauts fourneaux admirablement installés, dont 8 dépendent d'une société belgo-luxembourgeoise-française.

D'après les récentes statistiques, la production totale de la fonte est de près de 3 millions de tonnes, soit 65 % environ de la production française d'avant guerre.

Des forges voisines des hauts fourneaux, surtout dans la région de la Sarre, sortent près de 2 millions de tonnes d'acier, 50 % de la production française ; les scories Thomas sont broyées sur place et vendues comme engrais. Bien que la construction métallique soit moins développée en Lorraine qu'en Alsace, les usines de Mouterhouse, appartenant à la Société de Dietrich, les établissements de Bouzonville (allemands), de Rodalbe, construisent machines, pièces détachées, charrues ; un grand nombre d'autres se livrent à la quincaillerie, à l'horlogerie, etc.

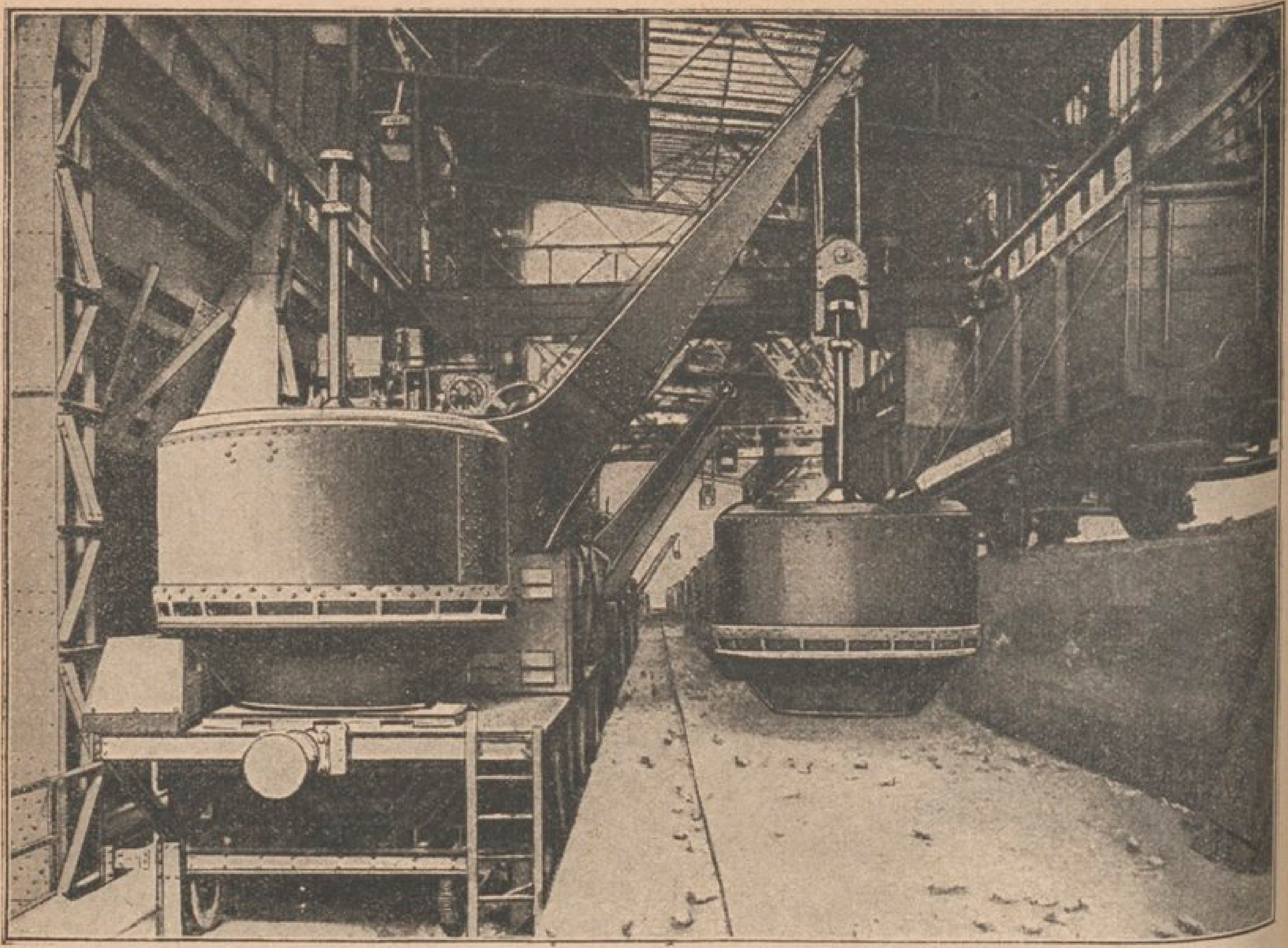
En Alsace, les industries métallurgiques sont la conséquence de la prospérité de l'industrie textile. Désireux de se procurer eux-mêmes les machines et produits nécessaires à leur travail, les Mulhousiens ont créé des entreprises de toutes sortes. L'Alsace est, avec l'Angleterre, le seul pays d'Europe qui construise toute la série des machines nécessaires au travail du coton et de la laine. Aussi, le grand centre est-il Mulhouse et sa région. Comme il est naturel, les usines ont développé leur production et construisent toutes les autres sortes de machines.

La plus importante de ces entreprises est la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques qui, dans ses usines de Mul-



LES HAUTS FOURNEAUX DES USINES DE WENDEL, A HAYANGE

Cette installation comporte neuf hauts fourneaux sur les vingt-cinq qui appartiennent aux mêmes propriétaires (huit à Jœuf et huit à Moyeuvre-Grande).



CHARGEMENT DE BENNES A MINERAI DANS UNE USINE LORRAINE

Les wagons venant de la mine déversent directement leur minerai dans les bennes, que l'on charge sur des wagonnets au moyen d'une grue spéciale.

house et d'Illkirch-Grafenstaden (près de Strasbourg), fait les machines textiles et le matériel de chemin de fer ou de tramway, les moteurs à gaz, souffleries, machines-outils, engins de levage, etc., etc. On sait les moyens que les Allemands avaient imaginés, plusieurs années avant la guerre, pour tuer cette concurrence alsacienne... ou pour se l'approprier.

L'énumération des villes et villages où l'on se livre à ces travaux serait infinie. Thann, Niederbrück, Guebwiller, Ensisheim, Strasbourg et ses faubourgs de Schiltigheim et de Kœnigshofen, Molsheim, Mutzig, Klingental (avec la spécialité des armes blanches et fleurets pour l'escrime), Schlestadt, Barr, Saverne, combien d'autres pourraient être cités.

Tout à fait au nord, Niederbronn, Reichshoffen, Mertzwiller, sur le théâtre sacré des batailles de 1870, est le domaine de la Société de Dietrich. Plus de 4.000 ouvriers y construisent matériel de chemin de fer et automobiles, objets en fonte, depuis les grandes cuves employées dans l'industrie chimique, jusqu'aux baignoires et batteries de cuisine en fer émaillé.

Le cuivre et le laiton donnent lieu aussi à une industrie appréciable ; la chaudronnerie en cuivre — chaudières à vapeur en particulier — est, en effet, très active à Niederbrück, Thann, Munster, en Haute-Alsace; à Schiltigheim et à Saint-Jean, près de Saverne, en Basse-Alsace.

Les industries chimiques sont nées du besoin de colorants des filateurs et tisseurs de Mulhouse. La première usine de produits chimiques fut créée par Ch. Kestner, à Thann, en 1807. Elles sont particulièrement nombreuses et importantes en Haute-Alsace : Altkirch, Mulhouse, les centres d'exploitation de la potasse, Thann surtout, où les usines de la « Fabrique de Produits chimiques de Thann et Mulhouse » ont beaucoup souffert, pendant les hostilités, du bombardement allemand. Strasbourg est le centre bas-alsacien de l'industrie chimique.

Les huiles de graissage, les corps gras et les bougies et savons sont préparés en assez grande quantité dans les centres hauts et bas-alsaciens ; les poudres et

explosifs sont fabriqués à Cernay, en Haute-Alsace, à Bischwiller, en Basse-Alsace, à Freistroff, en Lorraine ; les engrais à Strasbourg et à Mulhouse.

Plus encore que la métallurgie en Lorraine, l'industrie textile est localisée en Alsace, et, dans cette province, en Haute-Alsace. Toutes proportions gardées, Mulhouse est une sorte de Manchester, une Cotonnopolis continentale. Comme la grande ville du Lancashire, elle étend fort loin son influence. Même le revers occidental des Vosges, les régions de Remiremont, d'Epinal et de Saint- Dié sont des filiales de Mulhouse. Lors de l'annexion de 1871, bien des industriels mulhousiens ont transféré leurs usines en France, et ceux qui devaient rester y ont fondé des succursales qui maintenaient le contact avec le vieux pays. Mais Mulhouse a sur Manchester l'immense avantage de trouver, dans les torrents vosgiens, une source de force motrice presque inépuisable et bon marché.

La filature du coton a son centre à Mulhouse même, qui compte près de 630.000 broches ; Thann et sa vallée en ont 170.000 ; le cercle de Guebwiller 250.000 ; celui de Colmar, à peu près le même chiffre ; Munster, 100.000 environ. 415.000 broches sont dispersées en Basse-Alsace. Les principaux centres sont, en Haute-Alsace : Cernay, Massevaux, Guebwiller, Soultz, Logelbach, Munster, Colmar, Ribeauvillé, Sainte-Marie et Sainte-Croix-aux-Mines, etc. ; en Basse-Alsace, Schlestadt, Villé, Huttenheim, Lutrelhouse, Saales, Rothau, etc. Malheureusement, les usines de Cernay et de Munster ont beaucoup souffert de la guerre.

Le total des broches alsaciennes atteignait avant la guerre le chiffre de 1.900.000, contre 7.300.000 en France et 11.400.000 en Allemagne. La réannexion établit une curieuse égalité entre France et Allemagne : la première montant à 9.200.000, soit une augmentation de plus du quart, et la seconde descendant à 9.500.000.

Le tissage du coton est très actif, lui aussi, et dans les mêmes régions et villes. Mulhouse et ses environs immédiats n'ont pas, sur les régions voisines, la même supériorité que pour la filature. S'il y a plus de 18.000 métiers dans le cercle de Mul-

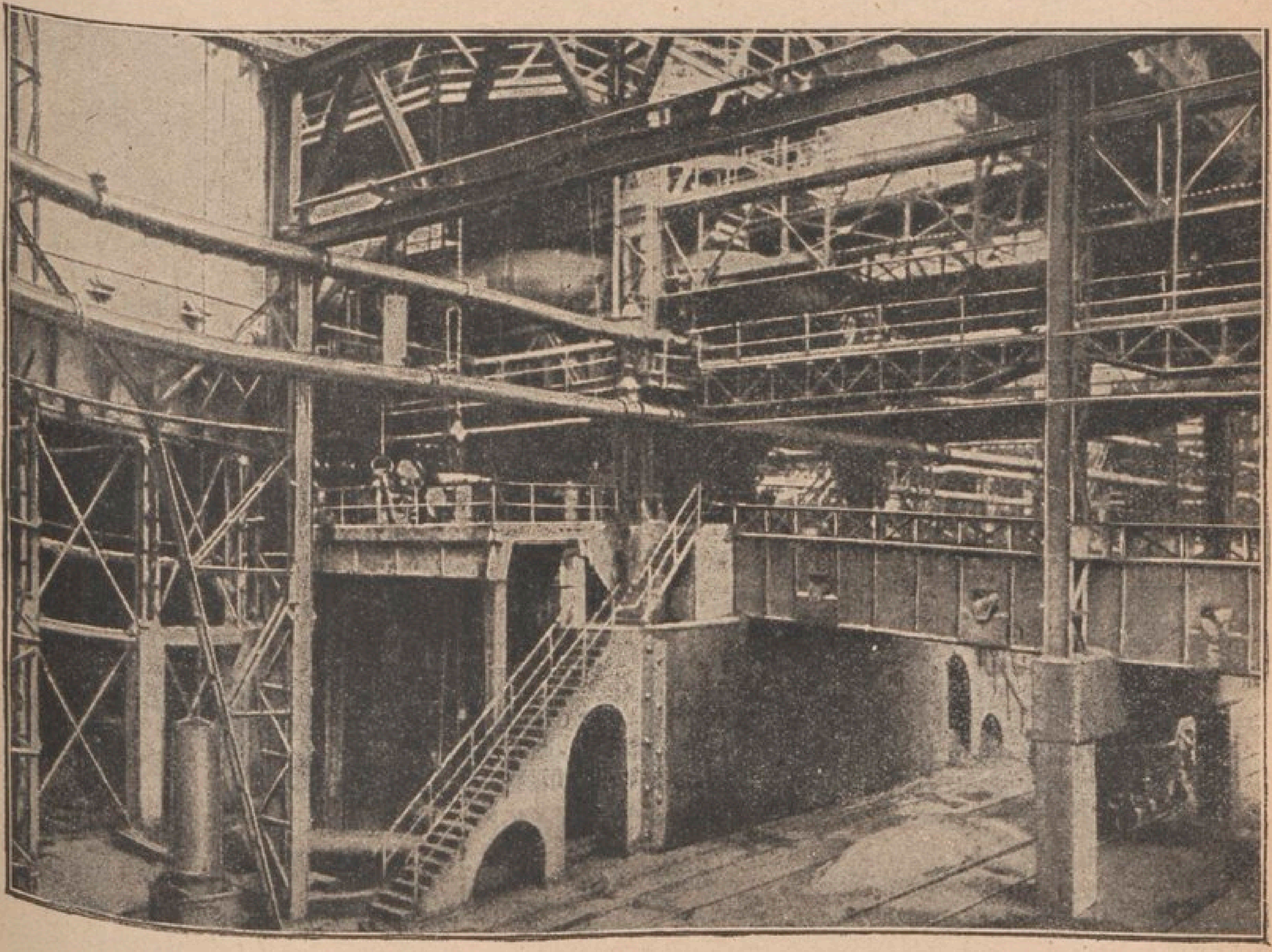


PLATE-FORME DE COULÉE DES HAUTS FOURNEAUX D'HAGONDANGE

Cette plate-forme possède six trous de coulée par lesquels la fonte s'écoule directement dans les poches des chariots transporteurs circulant sur de petites voies ferrées.

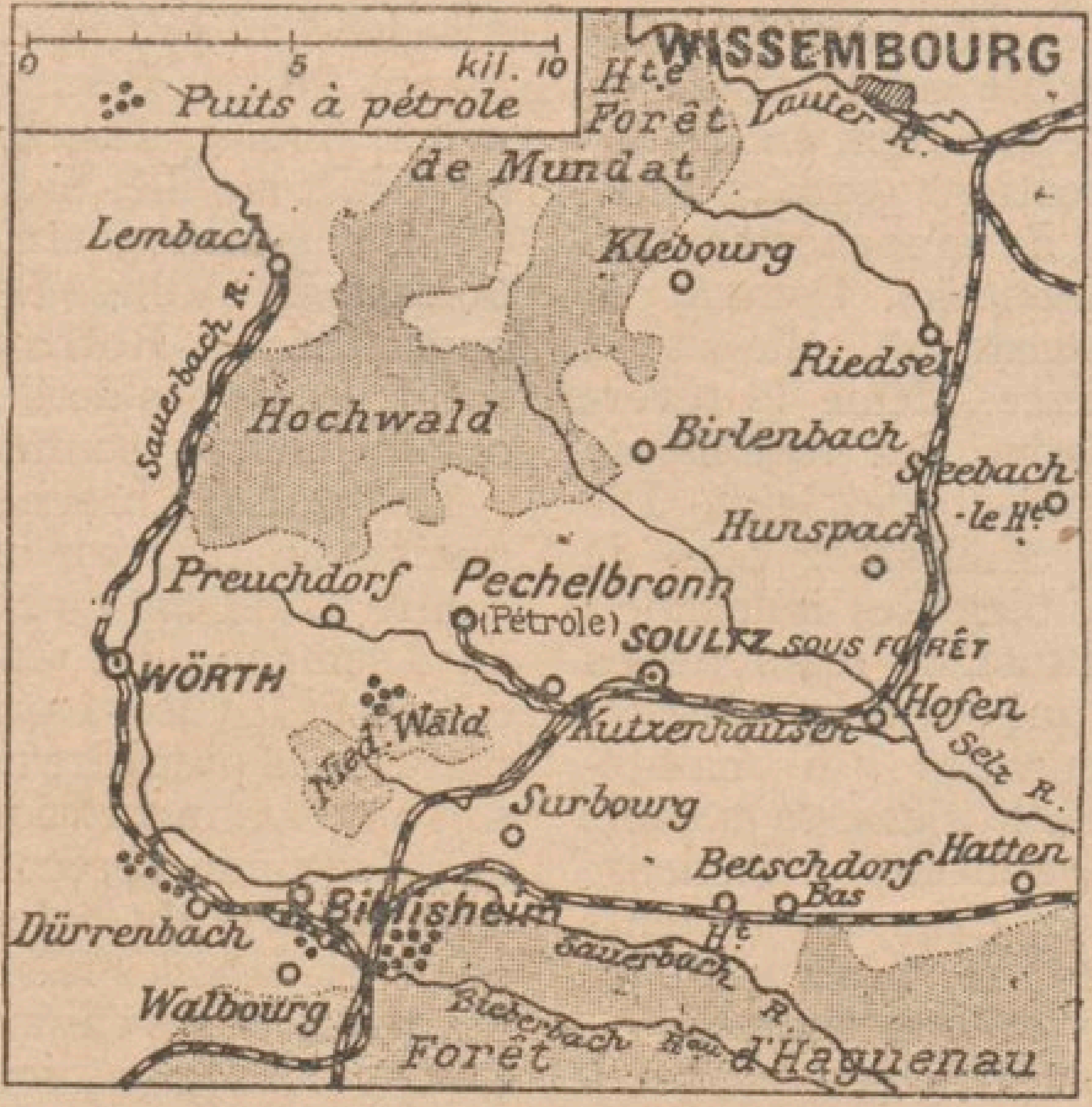
house, celui de Colmar en possède 10.000, celui de Guebwiller 3.500 et la Basse-Alsace, 7.000 environ. L'ensemble de l'Alsace compte 46.000 métiers mécaniques contre 150.000 en France et 286.000 en Allemagne.

Le blanchiment, la teinture, l'impression sur étoffes sont très importants, les «indiennes» ayant été l'origine de l'industrie mulhousoise. Leur apport à la France doublera assez exactement l'industrie similaire de notre pays.

L'Alsace file aussi la laine peignée. Mulhouse garde, ici encore, sa supériorité, avec 317.000 broches sur 481.000 en Haute-Alsace et 568.000 dans la province entière. Malmerspach, sur la Thur, vient ensuite, puis Boutzwiller et Cernay, où les usines ont malheureusement été détruites. En Basse-Alsace, Wasselonne et Bischwiller sont, avec Erstein, les centres principaux. Avant la guerre, la France avait 3.000.000 de broches pour la filature de la laine. L'apport de l'Alsace, qui ne représente pas la moitié de l'importance de Roubaix et Tourcoing et le quart du Nord entier, augmentera notre filature de laine de près du cinquième et diminuera celle de l'Allemagne (5 millions de broches) d'un peu plus du dixième.

Le tissage des draps est moins important, bien qu'il s'exerce très activement dans un certain nombre d'usines des mêmes régions.

Une quantité d'usines s'occupent d'industries connexes au textile : corderie, lingerie, passementerie, couvertures, fabrication et travail de la soie artificielle.



LES GISEMENTS PÉTROLIFÈRES DE PECHELBRONN

Mais, à moins d'entrer dans une énumération fastidieuse, et qui dépasserait les limites d'un article, on ne peut songer à en parler ici.

La même raison rend impossible toute tentative de donner un état des autres industries alsaciennes et lorraines. On doit se borner à indiquer quelques-unes d'entre elles, qui sont plus particulièrement importantes ou célèbres à un titre quelconque.

La céramique, par exemple, a fait la renommée de Sarreguemines et de Niederwiller, en Lorraine, de Sarrelouis, dans les « cantons lorrains », d'Oberbetschdorf et Soufflenheim, en Alsace. La verrerie et la cristallerie, presque absentes d'Alsace, sont actives au sud-ouest de Bitche, à Meisental, Munstal ; au sud de Sarrebourg, à Vallerystal, et surtout à Sulzbach et Friedrichstal, dans les « cantons lorrains ».

M. HENRI POULET
Commissaire de la République française à Colmar.

Parmi les industries du vêtement, celle des chapeaux de paille est spéciale à la Lorraine et à la Basse-Alsace ; elle atteint une certaine importance dans la première de ces régions ; la tannerie et la fabrication des chaussures, faible en Lorraine, est, au contraire, active en Alsace, où elle date de fort loin. Barr est le grand centre, avec Dettwiller. Wasselonne fabrique en grande quantité les «chaussures de Strasbourg.»

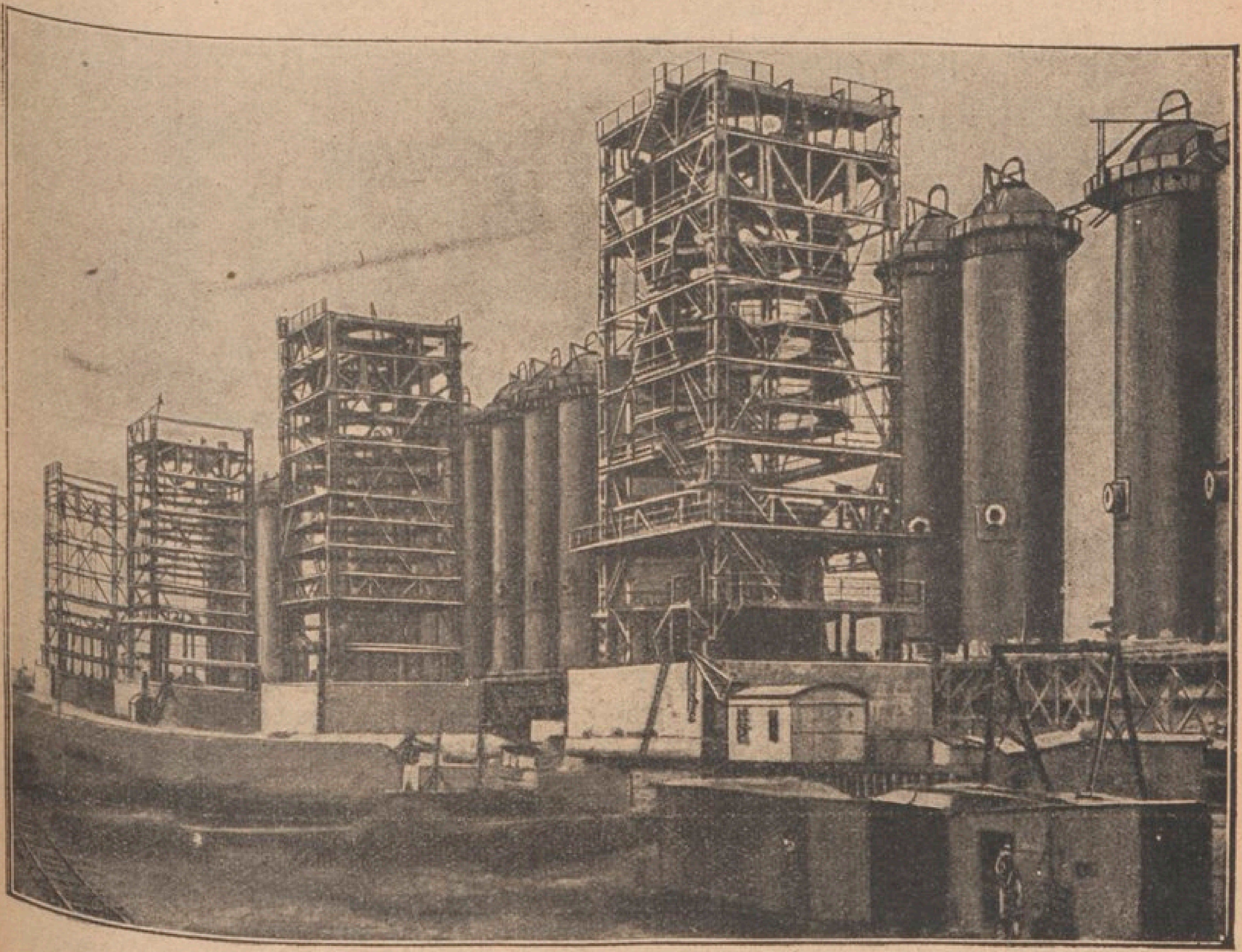
La papeterie et la fabrication du carton sont nécessaires des nécessités de l'emballage des produits de l'industrie textile ; aussi ont-elles leur région de grande activité en Haute-Alsace, dans la zone du textile ; et Strasbourg (La Robertsau, Neudorf)

ses faubourgs, outre le papier commun d'emballage, font du papier photographique de qualité exceptionnelle.

Le tabac donne du travail à plus de 3.000 ouvriers. L'Allemagne n'avait pas le monopole du tabac ; les fabriques de tabac — dont l'ancienne manufacture de la régie française à Strasbourg — de cigares et de cigarettes sont très nombreuses. Huningue et Saint-Louis doivent au voisinage de la Suisse de posséder dix de ces établissements, dont plusieurs appartiennent à des firmes helvétiques; Strasbourg en a huit. Leur production fournit à la consommation locale; le reste, 60 %, est exporté en Allemagne.

L'horlogerie s'est répandue de Suisse dans le Sundgau et sur les bords du haut Rhin : Hirsingue, Pfetterhouse, Seppois, Saint-Louis, s'y adonnent activement.

Quant aux industries artistiques et intellectuelles comme l'imprimerie, la gravure, elles ne pouvaient qu'être florissantes dans un pays qui se flatte, à juste titre, d'avoir un goût éclairé et une instruction supérieure à celle de la moyenne. Mulhouse, Colmar et Strasbourg ont d'importantes imprimeries, des établissements de gravure ; la première s'occupe plus particulièrement, il va sans dire, de graver les rouleaux nécessaires à l'impression des étoffes ; les instruments de musique sont fabriqués à Strasbourg, à Neuviller; enfin, si on peut l'intituler industrie artistique, la fabrication des couronnes en perles et fleurs artificielles est active à Mulhouse.

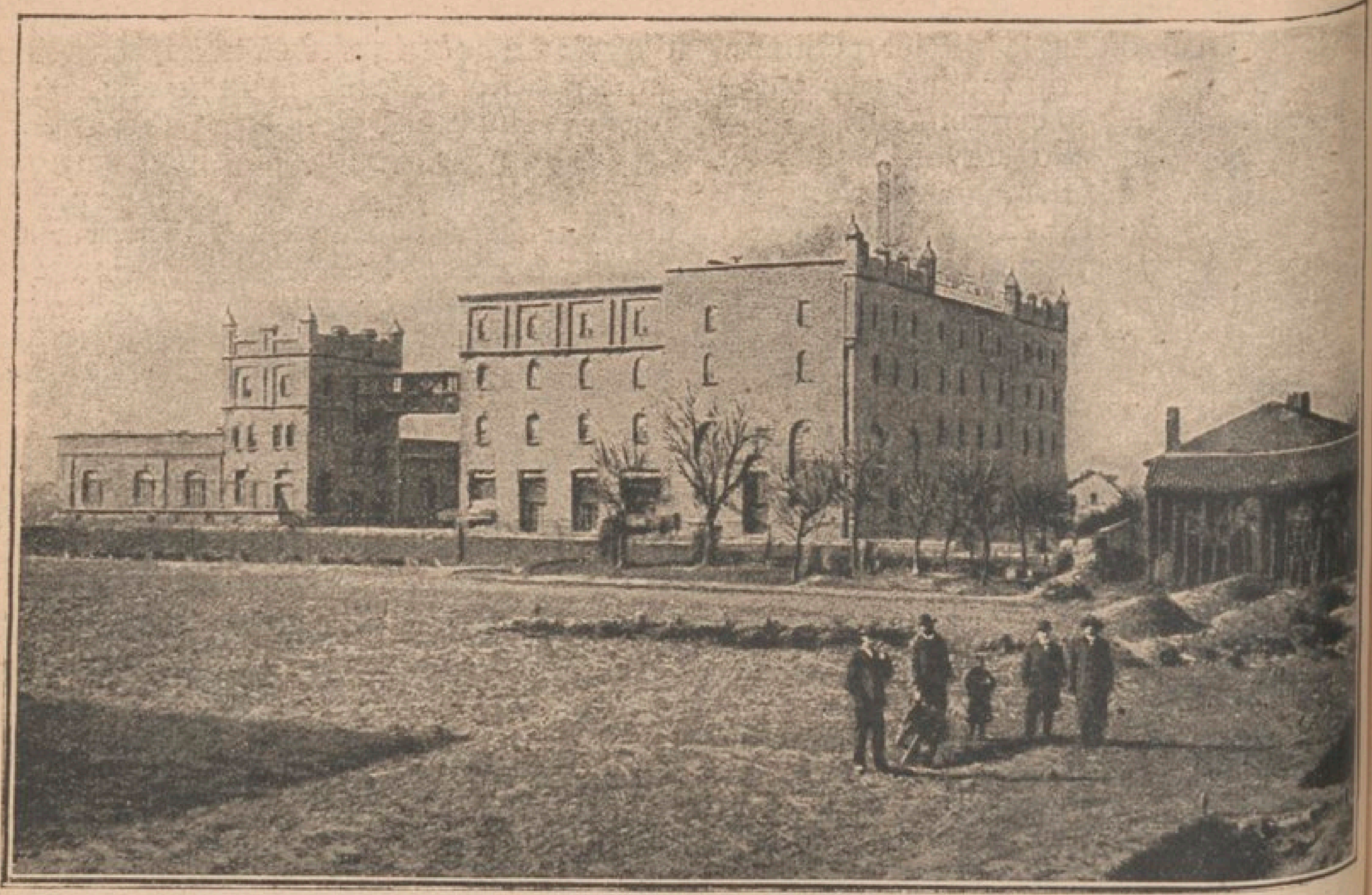


BATTERIE DE HAUTS FOURNEAUX MODERNES A HAGONDANGE (USINES THYSSEN)

La construction des carcasses de ces hauts fourneaux a ceci de particulier que le poids des monte-charges inclinés passant entre les colonnes de réchauffage d'air est supporté par les piliers de ces carcasses.

Les Alsaciens ont toujours apprécié les plaisirs de la table. Les Lorrains sont-ils plus ascétiques? Le fait est que les industries alimentaires ne tiennent qu'une place médiocre de ce côté des basses Vosges : neuf brasseries à Metz, près de Thionville, à Saint-Avold et à Sarrebourg, et quelques fabriques de conserves à Metz et Sarreguemines; Boulay s'enorgueillit de ses délicieux macarons.

Au contraire, l'Alsace a de nombreux établissements où se traitent les vic-



VUE GÉNÉRALE DE LA GRANDE BRASSERIE ENSEL, A UCKANGE (LORRAINE)

tuailles. D'abord, beaucoup de petits moulins en Haute-Alsace et quelques importantes minoteries à Strasbourg et dans les environs, à Illkirch, Benfeld, Saverne. On y moud tous les blés d'Alsace, mais ceux-ci ne suffisent pas, et le port de Strasbourg, outillé spécialement à cette intention, reçoit, par le Rhin, d'importantes cargaisons de blés étrangers. Les grands moulins de Strasbourg, avec leurs trois cents paires de cylindres, peuvent moudre très facilement 2.400 sacs par vingt-quatre heures.

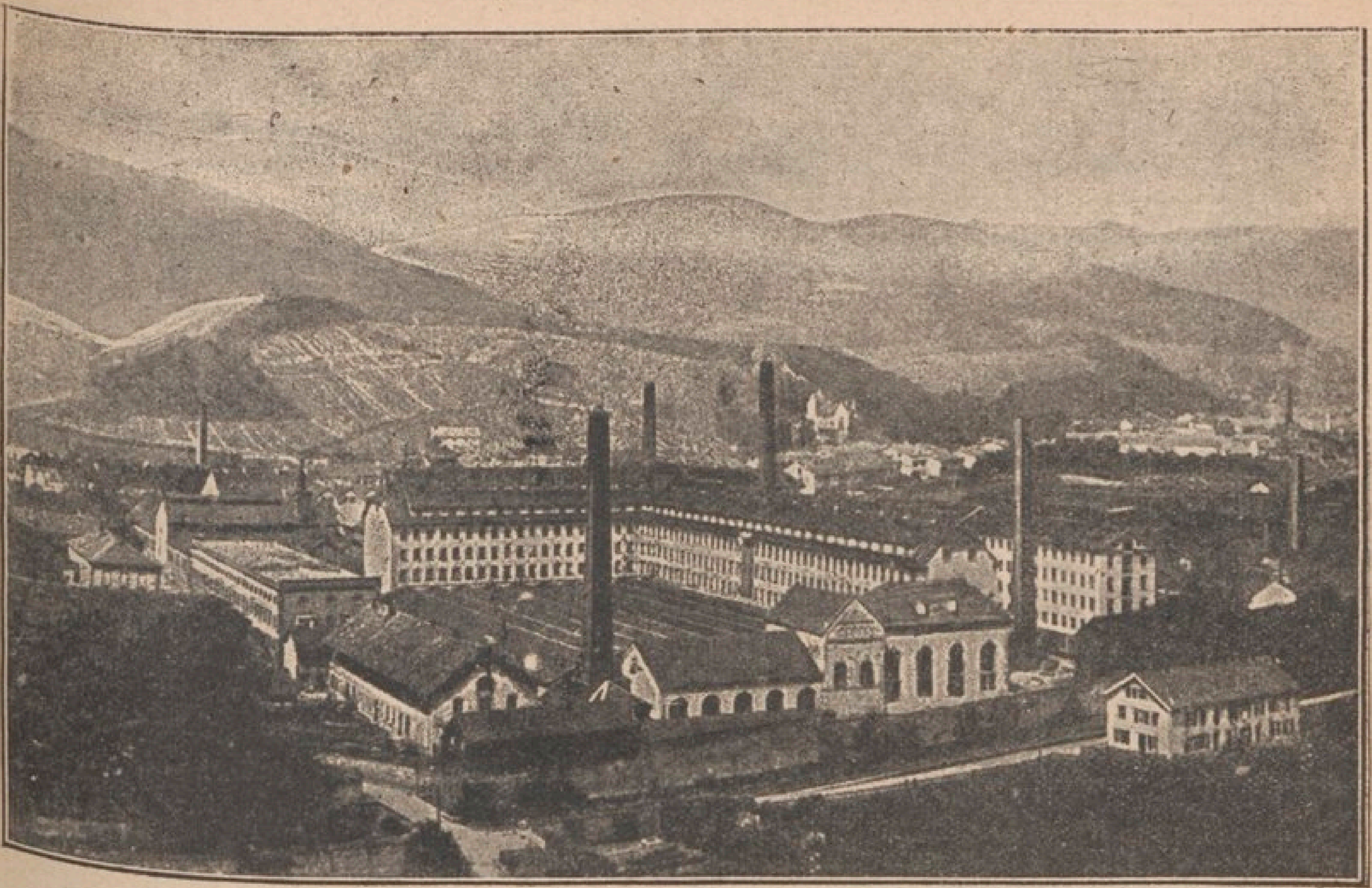
Les conserves de légumes, faites à domicile dans les « bonnes maisons », sont fabriquées en grand dans quelques usines importantes, à Montreux-Vieux, à Horbourg et surtout à Strasbourg. Quant à la choucroute, fort estimée, elle occupe un grand nombre de petites entreprises, et quelques grandes à Mulhouse, Strasbourg, et principalement dans le village de Krautergersheim, au nom significatif : Kraut voulant dire « chou ».

Bien que, comme nous l'avons dit, le vin soit plutôt la boisson nationale du paysan alsacien, le citadin ne dédaigne pas la bière, et l'arrivée des masses d'immigrés allemands n'a fait qu'augmenter la consommation. Les 1.300.000 hectolitres fabriqués surtout à Strasbourg et dans ses environs (Schiltigheim) ne suffisent pas ; l'importation, presque excl sivement allemande, s'élève à 360.0 hectolitres, tandis que l'exportation, co trairement à une idée répandue, est tr médiocre : 35.000 hectolitres. Les malt ries et glacières nécessaires pour maint nir une température basse dans les cav profondes creusées dans l'argile so nombreuses dans les mêmes régions.

Parmi les produits de l'élevage, les fr mages de la Haute-Alsace, dans les can tons de Ferrette, de Munster, de Saint Marie-aux-Mines et dans la ferme d château de Haut-Kœnigsbourg, près d Schlestadt, que Guillaume II a si sing lièrement fait restaurer, ont une répu tion méritée. Mais la gloire de l'Alsace dans la charcuterie de Strasbourg et pa ticulièrement dans la préparation d pâtés de foie d'oie. La métropole comp vingt et une maisons de cet ordre, et il en a quatre importantes dans la banlieu

En somme, l'industrie alsacienne n'ap portera à la situation générale de la Fr ce que trois adjonctions importantes elle augmentera sensiblement notre r chesse en minerai de fer, notre mét lurgie et notre industrie textile.

L'Alsace-Lorraine a dû à son activ économique, et surtout à sa situation province frontière, un développem proportionnellement considérable de



LA FABRIQUE DE FILS A COUDRE SCHLUMBERGER, A GUEBWILLER

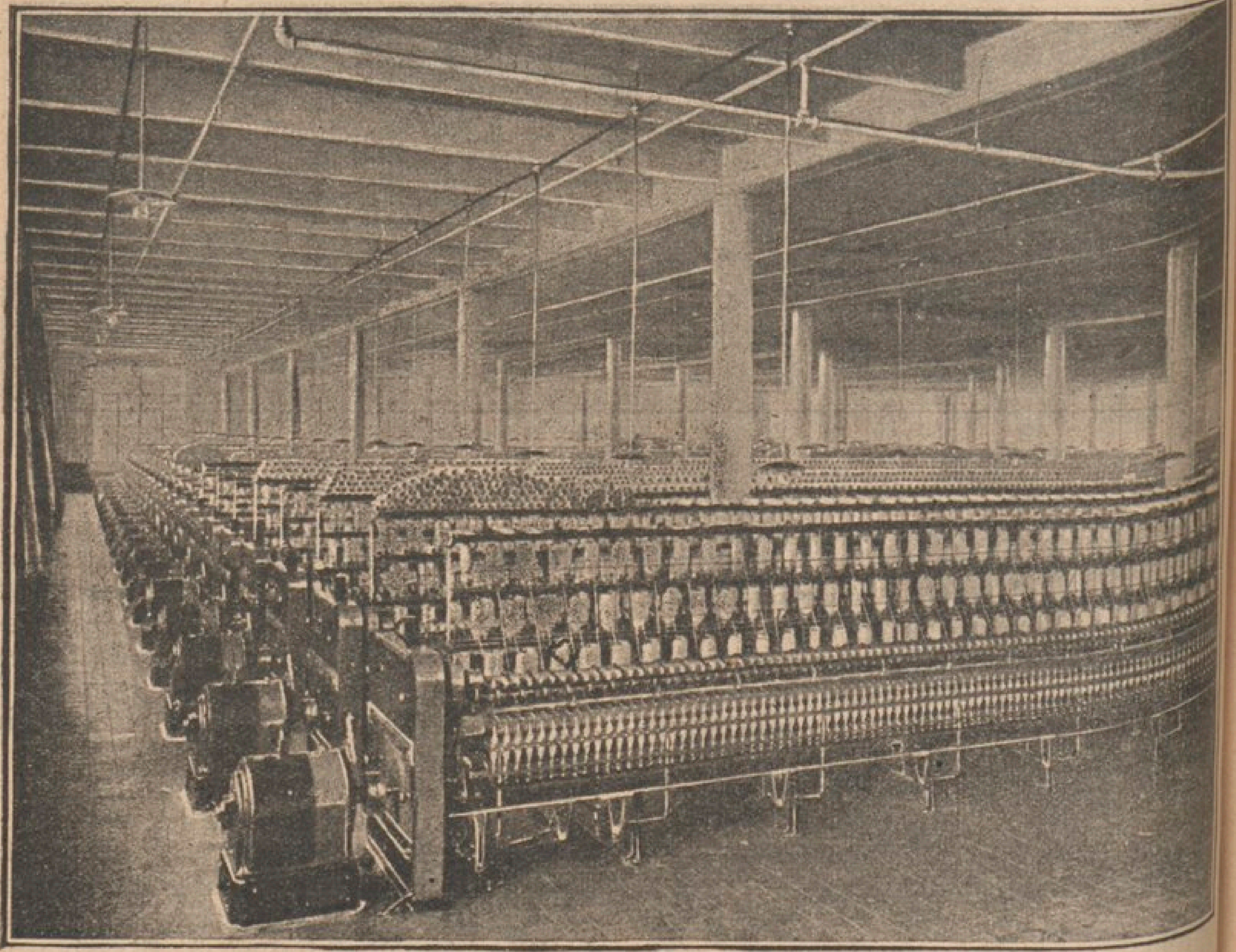
réseau de voies de communication. Une longueur de 14.000 kilomètres de routes, dont 6.500 en Lorraine, représente une densité sensiblement plus considérable que celle du reste de la France.

Il en est de même des chemins de fer; le réseau est très serré : 2.000 kilomètres à l'écartement normal, dont 1.176 à deux ou plusieurs voies et seulement 78 kilomètres de voie étroite. Presque tout appartenait à l'Empire, 200 kilomètres, au plus, à la Compagnie Guillaume-Luxembourg. Un défaut auquel il faudra parer au plus vite est l'absence de toute communication à travers les Vosges, entre la porte de Belfort et le col de Saverne.

La réacquisition des voies navigables aura une grande importance non pas tant par les rivières comme la Moselle et par les canaux, cependant développés et théâtres d'une circulation très active (105 millions de tonnes kilométriques) que par le contact, de nouveau établi, avec cette admirable voie internationale qu'est le Rhin. Si, sur bien des points, on peut discuter l'œuvre des Allemands dans les pays jadis annexés, et constater qu'ils n'ont pas tout fait pour leur développement économique — quand ils ne l'ont pas entravé — il est juste de reconnaître qu'ils ont créé le Rhin navigable. L'Alsace a profité de leur politique de navigation intérieure. Les digues submersibles et épis perpendiculaires ou obliques aux rives ont créé, dans ce fleuve jadis divagant, un chenal que des dragages ont approfondi. Le port de Strasbourg a été creusé et sera un exemple à suivre par nous. Alors que la jalousie des compagnies de chemins de fer français a empêché jusqu'ici l'établissement de raccords sérieux entre les voies fluviales et les voies ferrées, que nos ports intérieurs, même celui de Paris — le plus actif de France — sont scandaleusement outillés, le Rheinhafen, à Strasbourg, peut supporter la comparaison avec les ports de mer. Deux bassins, l'un de 1.335 mètres sur 60 à 110, dit port industriel avec 2.700 mètres de quais, l'autre, le port commercial, de 1.190 mètres sur 100, avec 2.800 mètres de quais, communiquent avec le fleuve par une passe de 130 mètres de largeur. De nombreuses voies ferrées les desservent, un outillage considérable de grues, de grands entrepôts, des emplacements pour des usines, font un ensemble qui ne peut, certes, lutter avec Duisbourg-Ruhrort, mais qui a fort belle apparence.

Ouvert en 1907, il faisait, en 1913, un trafic de près de 1.700.000 tonnes de marchandises, dont 1.500.000 pour les entrées provenant de l'aval, les deux

tiers étant des houilles de la Ruhr. Si l'on y ajoute les 700.000 tonnes en provenance ou à destination des canaux qui y aboutissent, on se rend compte de l'importance de ce port. Celle-ci ne peut que grandir si l'on continue les travaux d'approfondissement vers Bâle, et surtout si l'on améliore les conditions de navigabilité des deux canaux de la Marne au Rhin et du Rhône au Rhin. Celui-ci, prolongé par le Rhône



VUE PRISE DANS UNE GRANDE FILATURE DE COTON, A MULHOUSE

La commande de chaque métier est assurée par un moteur électrique à action directe, ce qui permet de supprimer tous les arbres et courroies de transmission, si dangereux pour les ouvriers, et d'augmenter dans des proportions intéressantes le rendement mécanique.

rendu navigable, contribuera à rétablir la voie que la nature elle-même a tracée entre l'Europe rhénane et Marseille.

Le port de Lauterbourg, au confluent de la Lauter et du Rhin, reçoit bon an mal an une moyenne de 320.000 tonnes de marchandises, et en expédie à peine 1.000.

L'Alsace et la partie de la Lorraine qui nous avaient été enlevées il y a près de cinquante ans, redeviennent enfin françaises. Des deux côtés, on avait souffert de la séparation, moralement et matériellement ; on avait passionnément désiré la réunion, même quand la préoccupation hautement morale de ne pas faire couler des torrents de sang pour atteindre le but rêvé semblait devoir le reculer hors de portée. Les Français, comme les Alsaciens, ont fêté avec enthousiasme la réalisation de leurs vœux. Il se trouve que le retour des provinces séparées enrichit les deux parties. Ce n'est pas dégrader un beau sentiment que de reconnaître ce fait. Un mariage d'amour est-il moins ardent parce que les deux époux apportent une jolie dot? Il y aura, à n'en pas douter, quelques petites difficultés à régler pour l'administration des biens des conjoints, mais les notaires peuvent exercer leur ministère au bénéfice de leurs clients sans pour cela amener de refroidissement dans leurs sentiments réciproques.

Le monde civilisé fait cortège aux époux; seul Bartholo, dans son coin, pleure les biens qu'il n'a pu s'approprier.

J.-G. KERGOMARD.

L'AUTOMOBILE ÉLECTRIQUE SERA-T-ELLE LA REINE DES AUTOS ?

Par Pierre **DESBORDES**

A l'heure où s'affirme si magnifiquement le succès du moteur à explosion, on peut se demander si le moteur électrique, appliqué aux automobiles, est susceptible de donner des résultats encourageants. Si, à cette question, nous répondons par l'affirmative, on s'étonne, dans ces conditions, que les voitures électriques qui circulent en France soient si rares et qu'elles appartiennent, pour la plupart, à un type suranné qui contraste d'un façon peu heureuse avec celui des automobiles à essence, aux lignes généralement si élégantes.

Il faut avouer que si l'emploi de l'automobile électrique est relativement peu répandu chez nous, c'est que les industriels qui, jusqu'ici, se sont spécialisés dans la construction de ces véhicules ne se sont pas toujours efforcés de les perfectionner suffisamment pour leur permettre de concurrencer les voitures à essence. Celles-ci ont été l'objet d'améliorations continuelles ; le moteur à explosion a bénéficié de perfectionnements importants que la voiture électrique et ses organes essentiels n'ont pas connus. De plus, on a eu le tort, à notre sens, de ne pas étudier le rôle, bien particulier, de l'automobile électrique, qui ne doit et ne peut être celui des autres automobiles.

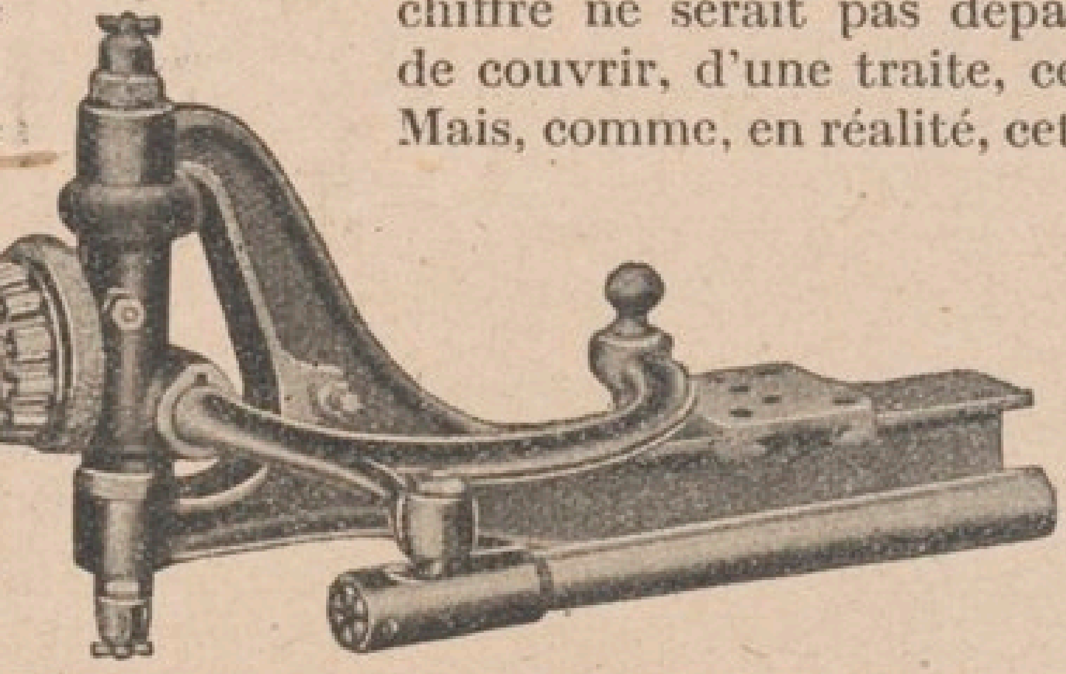
La voiture électrique a une destination

LA VOITURE ÉLECTRIQUE DE L'ILLUSTRE INVENTEUR AMÉRICAIN THOMAS EDISON

Cette voiture, construite dans les ateliers de l'Anderson Electric Car Company, à Detroit, a un rayon d'action de 95 à 130 kilomètres. Sa vitesse est de 35 kilomètres à l'heure, ce qui est suffisant pour son usage spécial; son poids total est, en ordre de marche, de 1.700 kilogrammes.

spéciale ; il ne faut lui demander ni un long rayon d'action, ni une grande vitesse. Son emploi est limité à la ville ou à ses environs immédiats, soit comme voiture particulière, soit comme taxi ou encore comme camion industriel.

Comme voiture de luxe, elle présente sur les automobiles à essence des avantages évidents. Elle est d'une conduite facile ; elle est silencieuse, elle est propre.

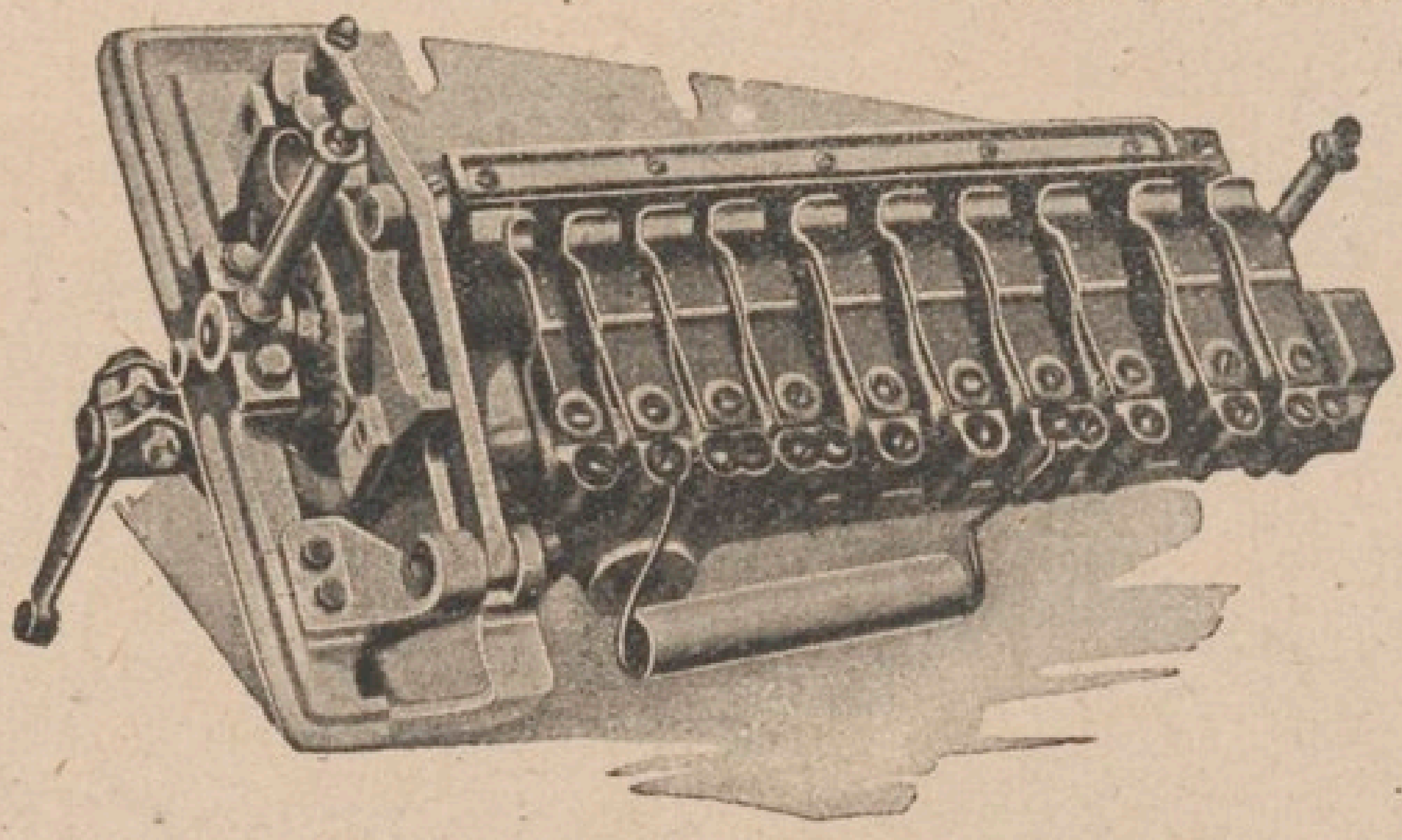


L'ARBRE D'UNE ROUE AVANT

La direction d'une voiture électrique est commandée par un dispositif analogue à celui des automobiles à essence.

Nous sommes habitués à nous la représenter sous cet aspect archaïque auquel nous ont habitués les horribles coupés que nous connaissons depuis une vingtaine d'années, mais rien n'empêche de la pourvoir d'une carrosserie aussi élégante et aussi moderne que la plus récente des automobiles à essence. La voiture électrique n'est pas nécessairement laide, et si l'on s'inspire des conceptions actuelles, il est possible de lui donner un aspect fort agréable. A ce point de vue, les voitures électriques qui sortent des usines américaines n'ont rien à envier aux autres automobiles ; elles sont confortables, luxueuses même, et semblent parfaitement aptes à répondre aux besoins de la clientèle, surtout féminine.

Le prix de vente de ces automobiles est légèrement plus élevé que celui d'un véhicule à essence, mais comme il s'agit, ne l'oublions pas, d'une voiture de luxe, la question de prix est, ici, d'ordre secondaire.



LE COMBINATEUR DE LA VOITURE « DETROIT »

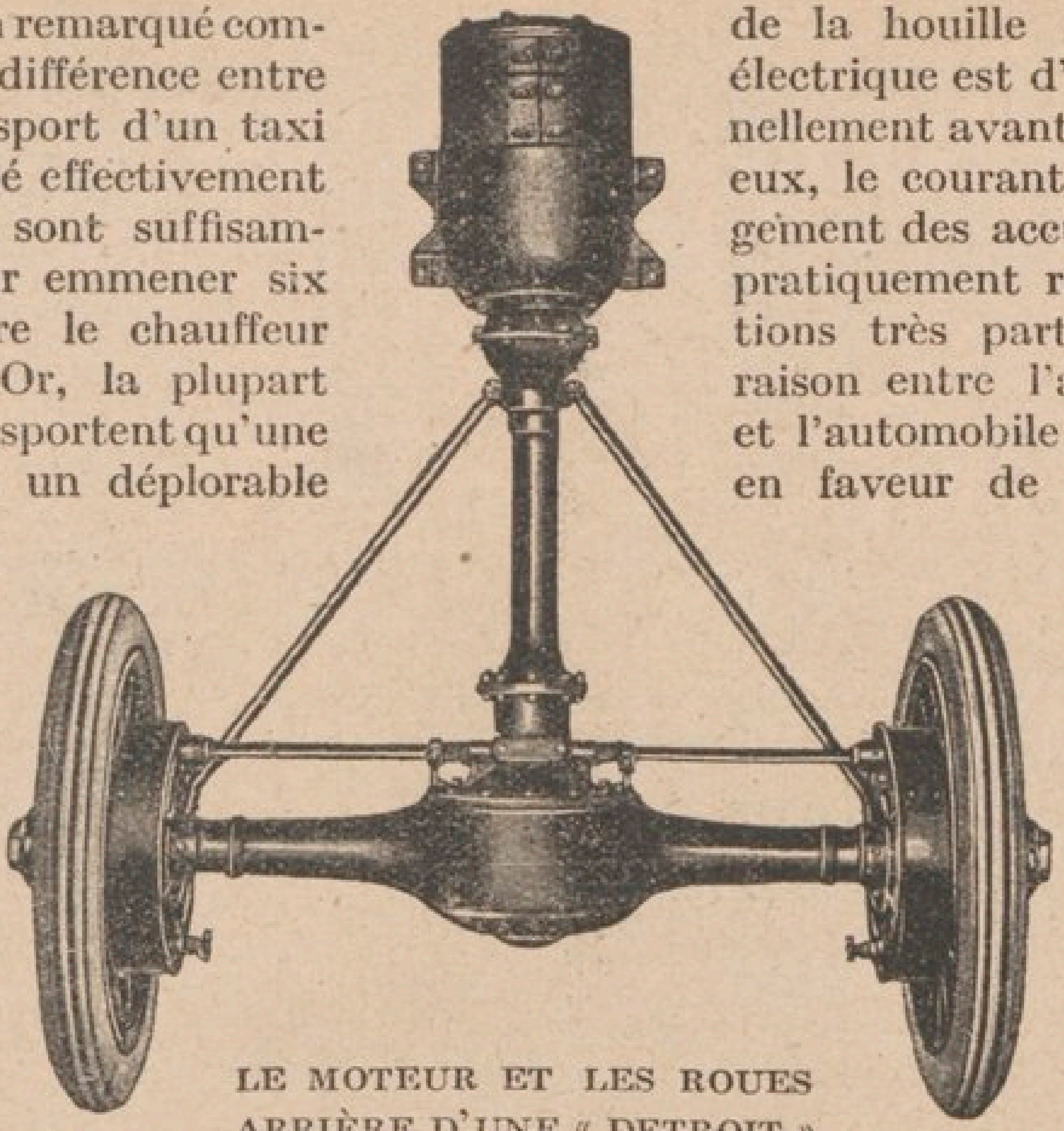
La voiture électrique ne comportant pas de changement de vitesse, c'est par l'intermédiaire de cet organe que l'on règle le régime du moteur et, par conséquent, l'allure de l'automobile. Le combinateur joue, en somme, le rôle d'un rhéostat.

Quant au taxi électrique, il paraît constituer la meilleure solution de l'automobile destinée à un service public. La question a été si peu étudiée en France, que cette opinion peut, à première vue, étonner. Mais si on l'appuie de quelques chiffres, on s'aperçoit vite qu'elle est, au contraire, des plus admissibles. Un taxi automobile est généralement pourvu d'un moteur qui consomme de 12 à 15 litres aux 100 kilomètres. Ce chiffre ne serait pas dépassé, s'il s'agissait de couvrir, d'une traite, ces 100 kilomètres. Mais, comme, en réalité, cette distance n'est couverte que par fractions de 4, 5 ou 6 kilomètres, c'est-à-dire en étant coupée de fréquents arrêts, la consommation journalière d'un taxi est voisine de 22 à 24 litres d'essence. En estimant le prix de celle-ci à un franc le litre — ce qui est très inférieur au prix actuel — un taxi consomme donc annuellement pour plus de 8.000 francs de carburant, c'est-à-dire une somme presque égale au prix d'achat de la voiture et de tout son équipement.

Que coûterait, en regard, un taxi électrique? Le prix d'achat serait peut-être un peu plus élevé, mais le coût de la consommation serait infiniment moindre. Le chargement d'une batterie d'accumulateurs n'est pas très onéreux et pourrait être très facilement effectué par les soins de la compagnie qui exploiterait les taxis électriques. Ceci n'est qu'une question d'organisation ; il faudrait assurer le bon fonctionnement des stations de charge dans des garages pourvus d'une installation appropriée.

La question, qui, en France, est toute à étudier, a été pratiquement résolue, et depuis longtemps, aux Etats-Unis où, actuellement, il y a de nombreux taxis électriques en service. Or, de l'autre côté de l'Atlantique, l'essence est bien moins chère que chez nous. Si l'emploi du courant électrique est très avantageux à New-York, il le sera, à plus forte raison, à Paris, où le prix de l'essence est fort élevé.

D'autre part, a-t-on remarqué combien était grande la différence entre la capacité de transport d'un taxi parisien et la capacité effectivement utilisée? Ces voitures sont suffisamment puissantes pour emmener six personnes, c'est-à-dire le chauffeur et cinq voyageurs. Or, la plupart du temps, elles ne transportent qu'une seule personne, d'où un déplorable rendement, puisque la puissance développée est toujours la même, quel que soit le nombre des voyageurs. Des taxis électriques à deux places, pourvus d'un moteur de deux à trois chevaux, rendraient fréquemment les mêmes services que des voitures trois ou quatre fois plus fortes et coûteraient bien moins cher. Ces *taxis d'affaires* paraissent pouvoir être exploités avec les plus grandes chances de succès.



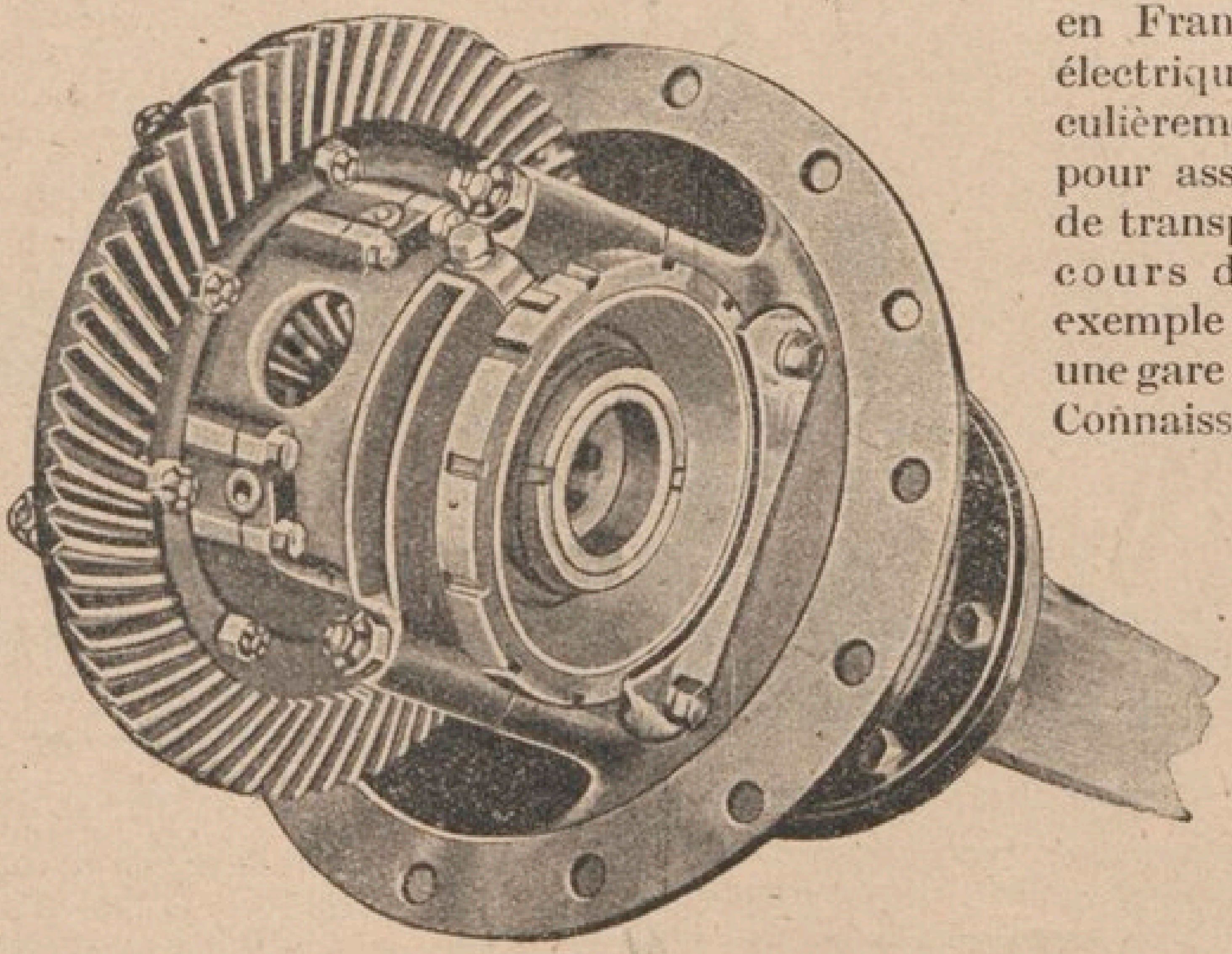
LE MOTEUR ET LES ROUES ARRIÈRE D'UNE « DETROIT »

L'arbre du moteur est directement relié au différentiel. La simplicité est la qualité essentielle de la voiture électrique.

En dehors de la voiture de luxe et du taxi, la solution électrique doit intéresser tous ceux qui recherchent une automobile économique, d'un entretien facile, pourvue d'un mécanisme aussi simple que possible, qui réduise au minimum les risques de pannes et d'ennuis. L'utilisation de plus en plus répandue des chutes d'eau, qui abondent en certaines régions de notre pays, a eu pour résultat la création, dans ces régions, de nombreuses stations électriques. Il est évident que pour tous ceux qui peuvent tirer parti de la houille blanche, la voiture électrique est d'un usage exceptionnellement avantageux, puisque, pour eux, le courant nécessaire au chargement des accumulateurs ne coûte pratiquement rien. Dans ces conditions très particulières, la comparaison entre l'automobile à essence et l'automobile électrique est toute en faveur de cette dernière.

Il est même permis de se demander si l'utilisation de la puissance du vent — sujet d'un récent article de *La Science et la Vie* (n° 41, page 447) — ne permettrait pas également un usage économique de la voiture électrique.

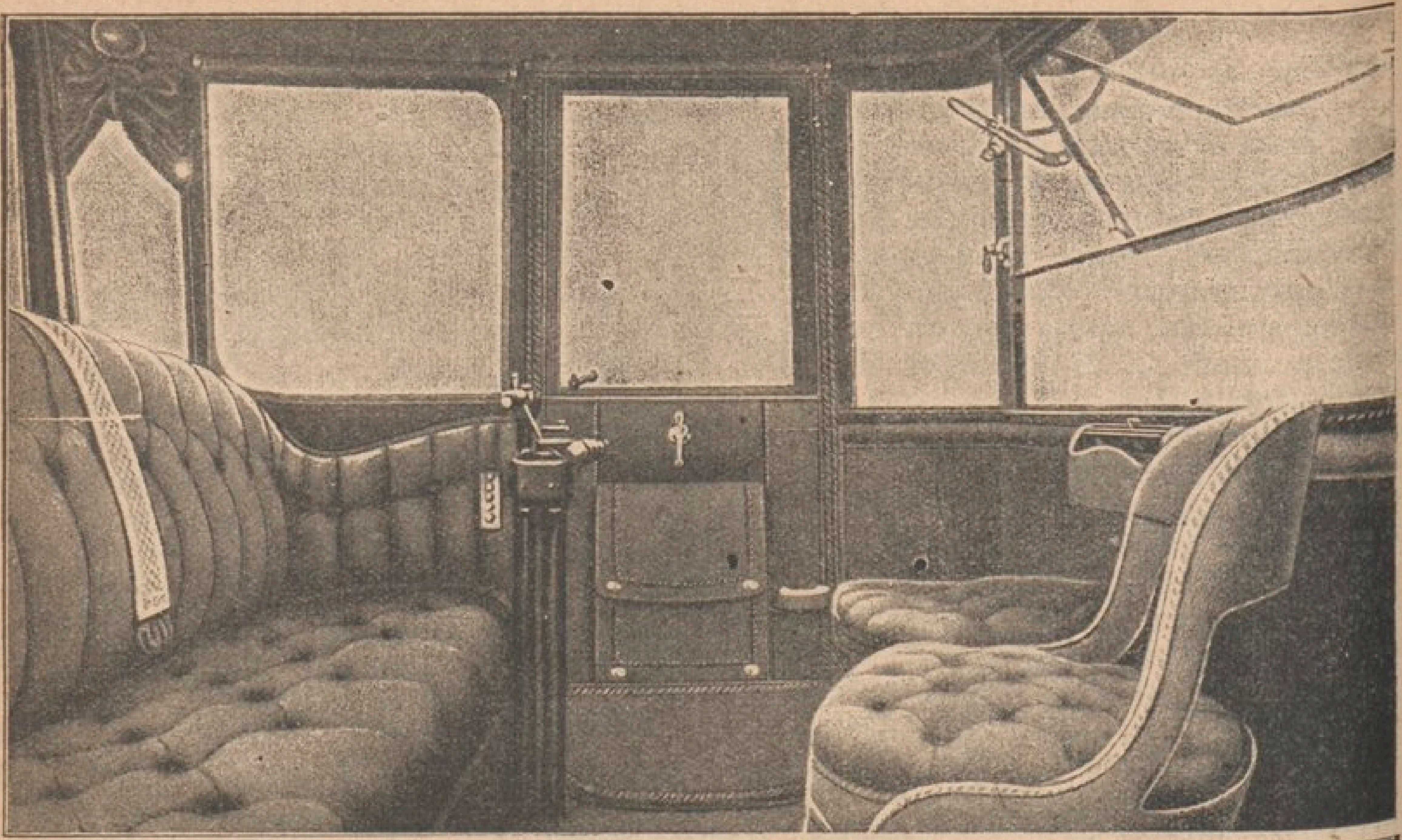
Les camions industriels, les voitures de livraison mus par l'électricité sont d'un usage courant en Amérique. Rien ne permet de supposer qu'ils ne pourraient pas être tout aussi utilement employés en France. Le camion électrique serait particulièrement intéressant pour assurer un service de transport sur un parcours déterminé, par exemple d'une usine à une gare ou inversement. Connaissant la capacité des accumulateurs, on pourrait calculer le nombre de voyages qu'il serait possible d'effectuer au cours d'une journée, sans recharge, dans des conditions bien plus avantageuses qu'en ayant recours à l'essence.

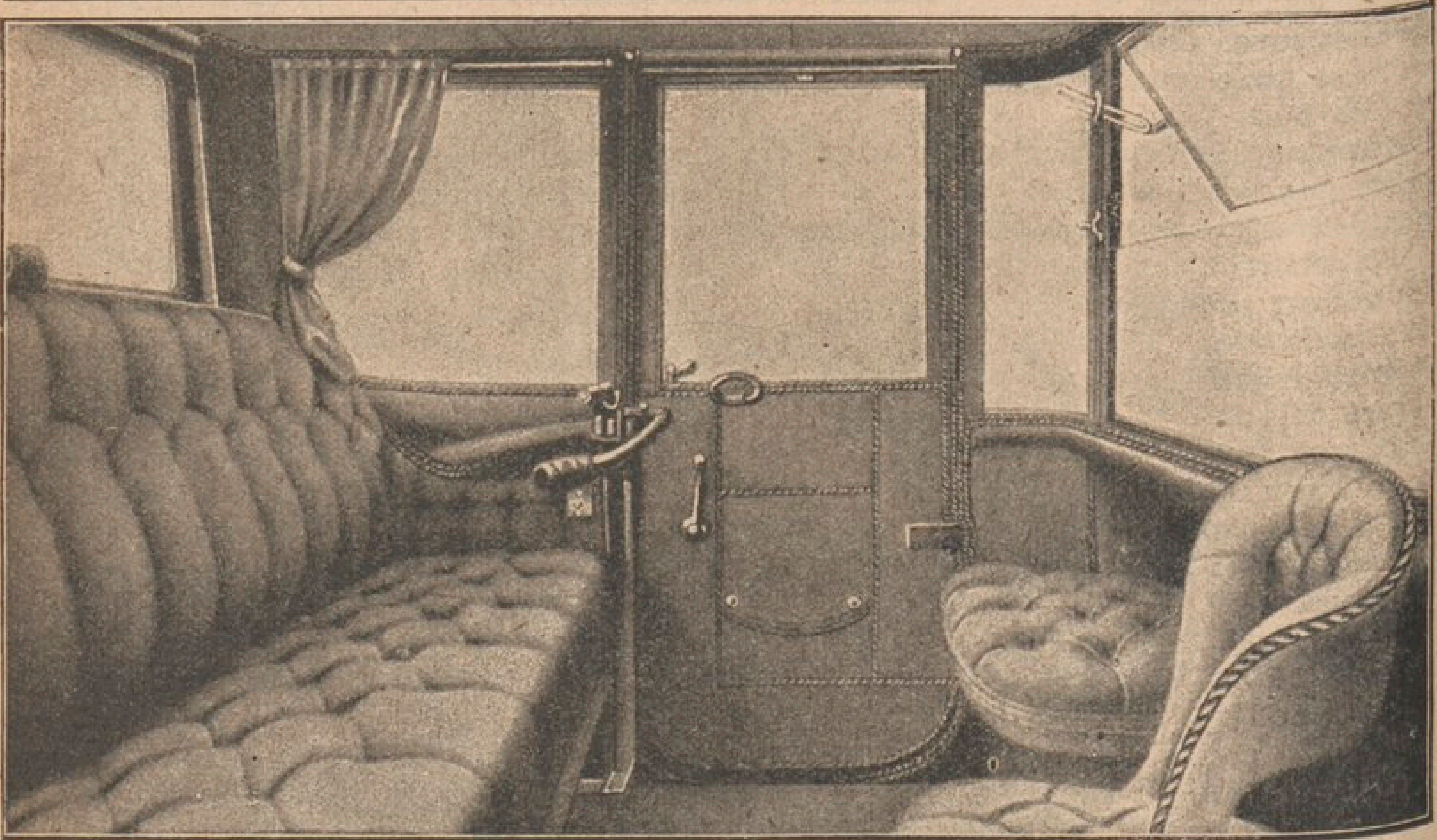


VUE D'UNE PARTIE DU MÉCANISME DU DIFFÉRENTIEL

Cet organe ne présente pas de caractéristiques particulières. Sa construction, très étudiée, lui assure un fonctionnement silencieux et régulier. Ce différentiel est appliqué sur tous les types de la firme « Detroit »

L'emploi de cette automobile, quelle que soit sa destination, est certainement économique. Il faut, cependant, ne pas demander à cette voiture plus qu'elle





DEUX VUES DE L'INTÉRIEUR D'UNE VOITURE « DETROIT », TYPE 71

Ces photographies permettent de se rendre compte de l'extrême confort dont sont pourvues les automobiles électriques de construction américaine. Elles comportent trois places sur la banquette du fond, une sur le fauteuil tournant qu'on voit à droite et une sur le strapontin de gauche.

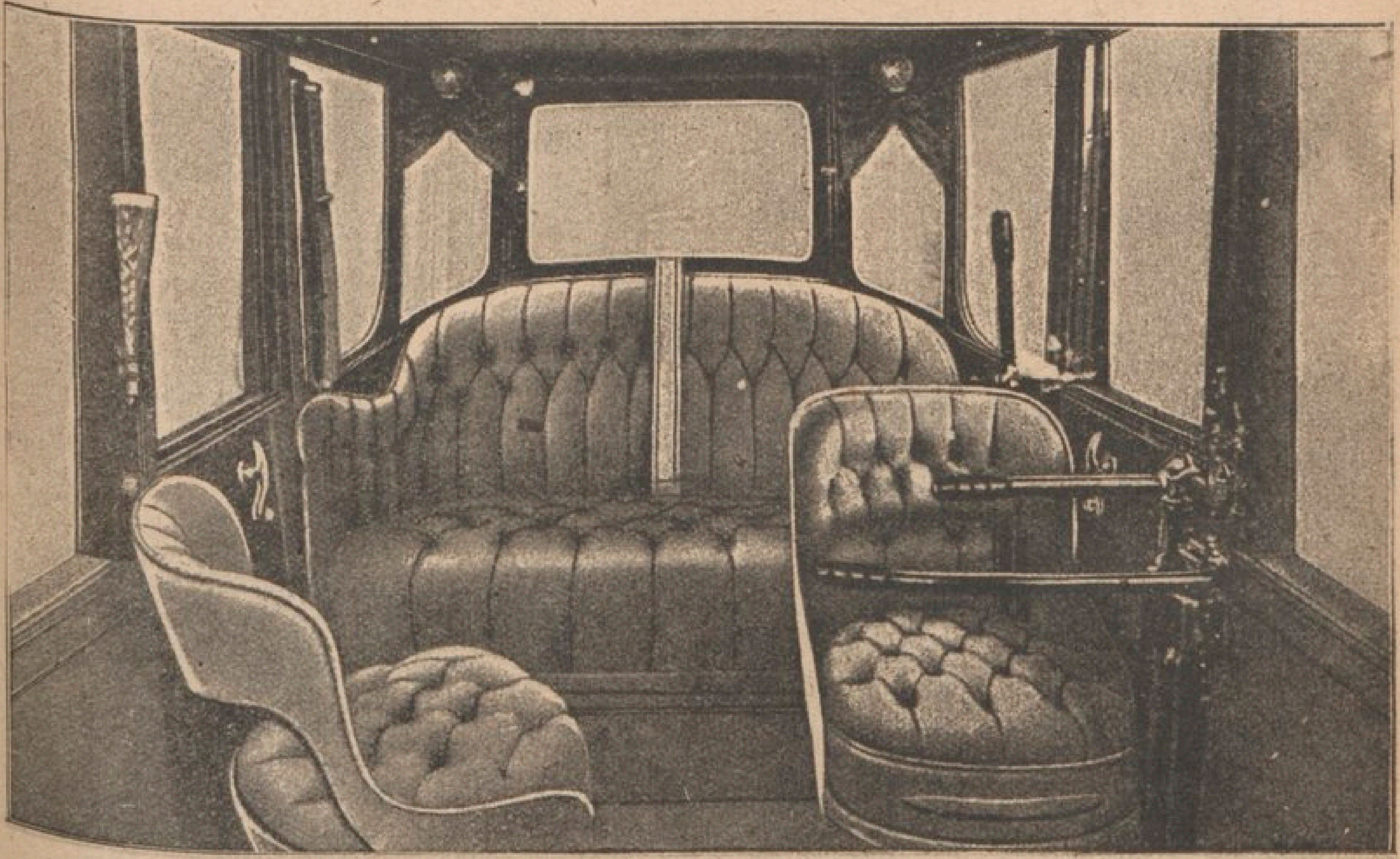
ne peut donner. Son rayon d'action est nécessairement limité. Sans recharge, un taxi pourvu d'une batterie de capacité moyenne ne saurait parcourir plus de soixante kilomètres ; une voiture pourvue d'une batterie plus puissante pourra franchir 90 à 100 kilomètres.

Bien entendu, il est possible d'étendre le rayon d'action, en rechargeant d'autant les accumulateurs. Ainsi, un chauffeur de taxi déjeune généralement de midi à 2 heures ; au lieu d'arrêter sa voiture à un endroit quelconque, il lui suffirait de l'amener à une station de charge où, pendant deux heures, elle pourrait récupérer une bonne partie de l'énergie qu'elle a consommée au cours de la matinée. De cette façon, la distance

que pourrait franchir le taxi dans une même journée serait d'une centaine de kilomètres.

La vitesse d'une voiture électrique, si elle est inférieure à celle d'une automobile à essence, est cependant très suffisante pour un service courant. Elle atteint 36 kilomètres à l'heure. L'un des rares constructeurs français qui se soient efforcés d'améliorer les solutions actuelles s'apprête à lancer sur le marché une voiture électrique dont la vitesse sera de 45 kilomètres à l'heure. C'est un progrès vraiment trop important pour que nous le passions sous silence.

La voiture électrique ne présente pas de particularités très caractéristiques. Elle comporte naturellement un châssis semblable à celui des autres automobiles. Ce châssis reçoit une batterie d'accumulateurs dont le courant actionne un moteur électrique ; celui-ci, à son tour, met en mouvement les roues motrices. Dans l'ensemble, les diverses marques de voitures électriques diffèrent peu les unes des autres. Par contre, les organes de commande ne sont pas toujours les mêmes, la puissance du moteur est plus ou moins grande, la



UNE AUTRE CONCEPTION DANS L'AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR

Cette voiture est caractérisée par son double poste de commande. On peut conduire la voiture, soit en se plaçant sur la banquette arrière, soit en s'asseyant sur le fauteuil tournant placé à l'avant. Il suffit, dans l'une ou l'autre des deux positions, de relever les leviers dont on ne se sert pas.

On peut donc beaucoup attendre de la voiture électrique, à condition d'étudier sérieusement les applications particulières qu'elle est apte à recevoir. Elle a acquis aux Etats-Unis, où l'on sait faire de l'électricité un meilleur usage que chez nous, une juste renommée. Les usines américaines qui sont affectées à la construction de ces voitures prennent une extension considérable. Il suffit de rappeler l'importance des ateliers de l'Anderson Electric Car Company, de Detroit ; de la Milburn Wagon Company, de Toledo ; de la Waverley Company, d'Indianapolis ; de la Ward Motor Vehicle Company, de Mount-Vernon, et de combien d'autres dont la liste serait trop longue.

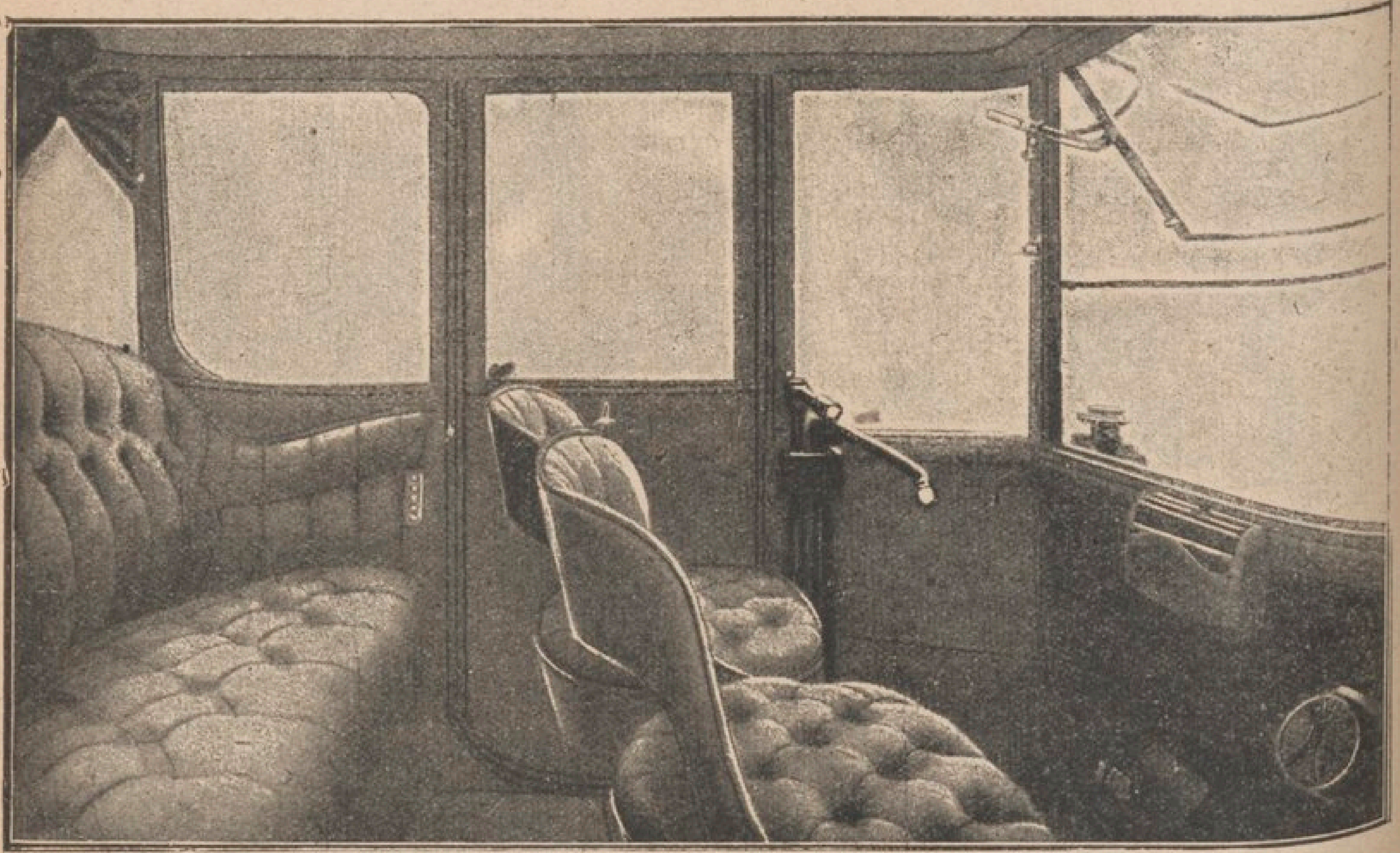
carrosserie est particulière à chaque firme.

Examinons, par exemple, la voiture américaine Detroit, représentée à la page 211. Sa vitesse peut atteindre 36 kilomètres à l'heure. Elle est pourvue d'une batterie d'accumulateurs comportant quarante-deux cellules et quinze plaques, et ayant une capacité de 185 ampères-heure. Sans recharge, elle peut parcourir une distance de 95 à 130 kilomètres. En dépit des dimensions relativement faibles de la voiture, cinq personnes peuvent y prendre place, grâce à la disposition particulièrement heureuse des sièges.

Cinq vitesses sont prévues, allant de 9 à 36 kilomètres à l'heure. Les organes que le conducteur a à sa disposition pour lui per-

mettre de diriger la voiture sont d'une simplicité remarquable et leur nombre est aussi réduit que possible. Les freins sont efficaces et puissants ; ils agissent à la fois sur les roues et sur le courant électrique, que l'on peut couper instantanément, en appuyant sur une petite pédale. Le seul organe un peu compliqué du système est le combinateur (voir la figure à la page 212) qui permet de régler le régime du moteur et, par conséquent, la vitesse de l'automobile. Tout le reste est extrêmement simple par comparaison avec le mécanisme d'une voiture à essence.

tructeur français a pu obtenir une économie de poids très appréciable, en réduisant sensiblement les dimensions du pont arrière et en allégeant le moteur de 50 à 60 %. Mais cet allègement, lorsqu'il porte uniquement sur les organes de la voiture ou du moteur, est forcément limité. Ce qui est lourd et ce dont il importerait de réduire le poids, ce sont les accumulateurs, dont une batterie complète pèse généralement de 450 à 600 kilos. On comprend tout l'avantage qu'il y aurait à alléger cette batterie, dont le poids considérable suffit, à lui seul, à restreindre



LA AUSSI LE CONFORT DES VOYAGEURS EST ADMIRABLEMENT ASSURÉ

Cette voiture comporte également cinq sièges. La disposition de ces sièges est ici particulièrement pratique en ce sens qu'un des voyageurs peut entrer ou sortir de la voiture sans déranger les autres, comme cela se produit dans certaines autos fermées comportant plus de quatre places.

l'étendue du rayon d'action d'une voiture électrique, quelle que soit sa puissance.

La question de poids est d'une grande importance dans le problème de l'automobile électrique. Alléger celle-ci équivaut à prolonger l'étendue de son rayon d'action. Ce qui revient à dire que tout gain de poids obtenu sur l'ensemble de la voiture correspond à un gain de parcours. On est donc amené, par cette considération, à établir des châssis aussi légers que possible. On parvient à ce résultat d'abord en utilisant de bons matériaux, et, ensuite, en étudiant consciencieusement la répartition des poids sur l'ensemble du châssis. En tenant compte des besoins de la voiture et des efforts auxquels elle sera soumise, on arrive à alléger bien des organes. C'est ainsi qu'un cons-

L'avenir de celle-ci est donc intimement lié à la question des accumulateurs. Depuis longtemps, on espère l'invention de l'accumulateur léger dont l'application permettra de résoudre, dans toutes les branches de l'industrie, une foule de problèmes demeurés jusqu'ici en suspens. L'accumulateur idéal sera celui qui, sous le plus faible poids, emmagasinera la plus grande quantité possible d'énergie électrique. En attendant qu'il soit mis à la disposition des constructeurs d'automobiles, il est possible, avec les accumulateurs actuels, d'obtenir des résultats qu'on pourra considérer comme satisfaisants.

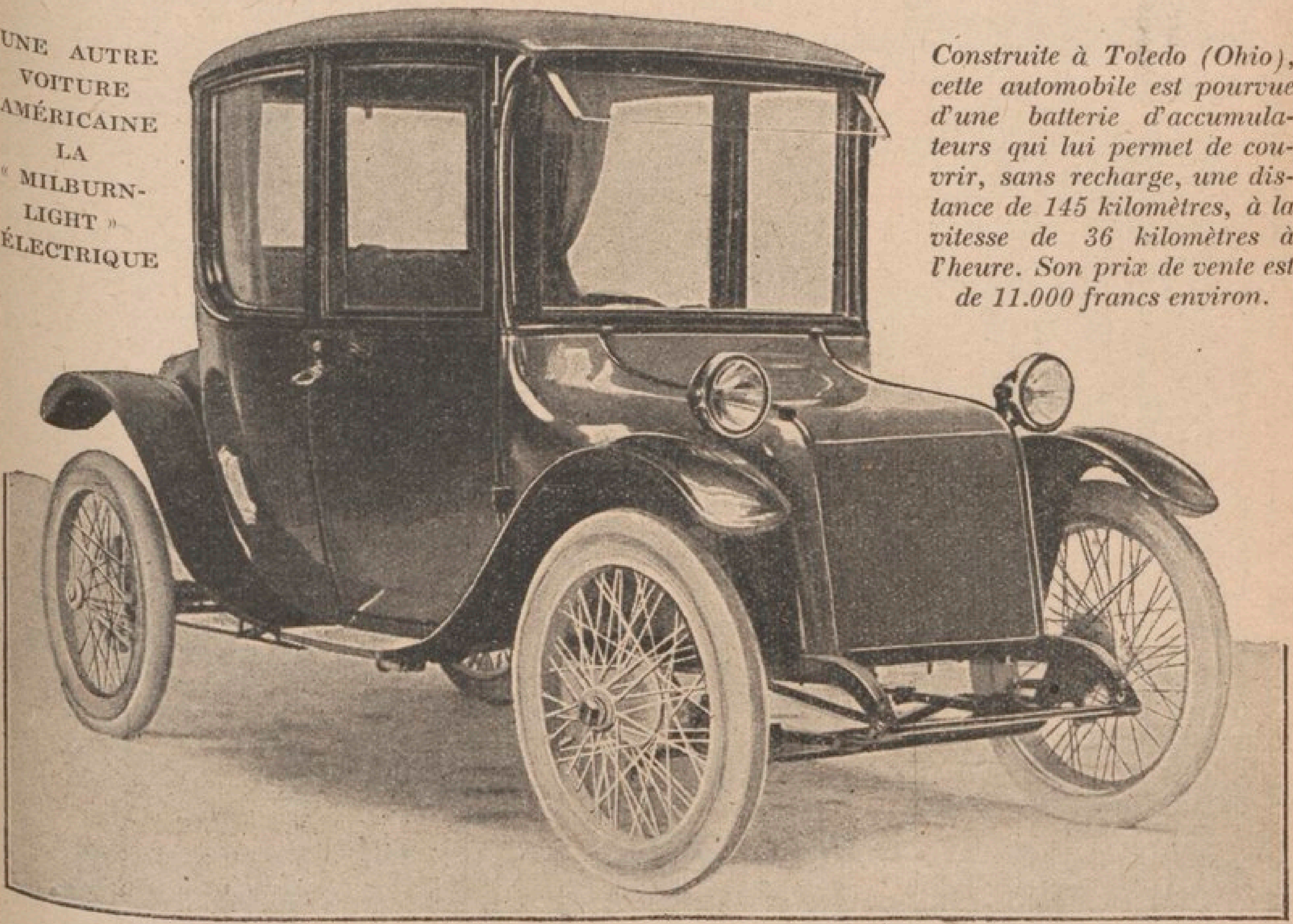
Lorsqu'on vient à parler de l'automobile électrique et de son avenir éventuel, on vous oppose immédiatement l'imperfection des accumulateurs. Or, à vrai dire, cette imperfection n'est que relative ; en tout cas, on ne parviendra à y remédier qu'en étudiant plus sérieusement qu'on ne l'a fait jusqu'ici les inconvénients, réels ou imaginaires, des accumulateurs actuels. C'est un fait reconnu de toutes les personnes initiées que les constructeurs français ont plutôt cherché à exploiter les modèles existants qu'à orienter leurs efforts vers l'amélioration de ces modèles.

Les voitures électriques américaines sont pourvues, pour la plupart, d'accumulateurs Edison, qui présentent sur les accumulateurs au plomb d'incontestables avantages, mais qui sont aussi beaucoup plus lourds. Leurs qualités essentielles sont les suivantes : ils peuvent être chargés au moyen d'un courant intense, et, de ce fait, leur chargement est effectué bien plus rapidement que celui des accumulateurs ordinaires. Ensuite, ils peuvent être utilisés jusqu'à complet épuisement, ce qui ne saurait être obtenu sans inconvénient avec les accumulateurs au plomb, dont on doit arrêter l'emploi dès qu'on constate que l'intensité du courant est descendue au-dessous d'un voltage déterminé. Ce sont les avantages indéniables des accumulateurs alcalins.

On a attribué aux autres le dégagement intense de vapeurs acides qui, à la longue, deviennent pénibles à ceux qui les respirent. On a invoqué le souvenir de ces tramways de la banlieue parisienne qui, jadis, fonctionnaient au moyen d'accumulateurs et dont les voyageurs étaient fortement incommodés par les odeurs qui se dégageaient des batteries. En aucun cas, ce désagrément ne se produira avec les voitures électriques, car le dégagement des vapeurs acides n'est appréciable qu'au moment du chargement. Si l'atmosphère, dans les tramways en question, était irrespirable, c'est précisément parce que le chargement des accumulateurs avait souvent lieu au terminus même et qu'il se prolongeait jusqu'au moment où les voyageurs prenaient place dans les voitures.

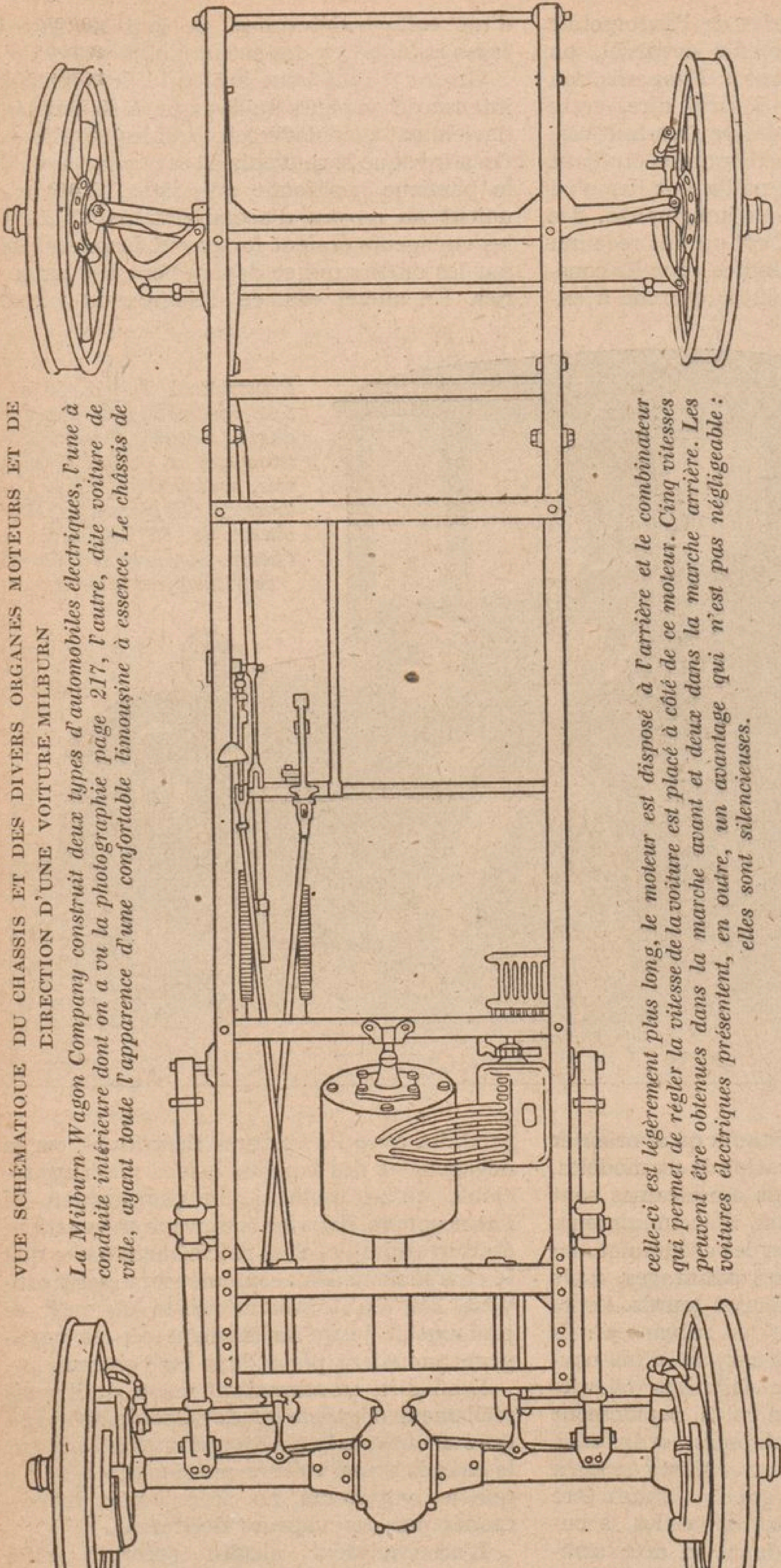
D'ailleurs, en admettant même qu'il y ait réellement dégagement de vapeurs acides, il est évident que la position d'une batterie sur le châssis d'une voiture automobile est telle que les voyageurs ne sont jamais incommodés par ces vapeurs délétères.

L'accumulateur alcalin présente enfin deux inconvénients sensibles : son voltage est moins élevé que celui de l'accumulateur



UNE AUTRE VOITURE AMÉRICAINE LA « MILBURN-LIGHT » ÉLECTRIQUE

Construite à Toledo (Ohio), cette automobile est pourvue d'une batterie d'accumulateurs qui lui permet de couvrir, sans recharge, une distance de 145 kilomètres, à la vitesse de 36 kilomètres à l'heure. Son prix de vente est de 11.000 francs environ.



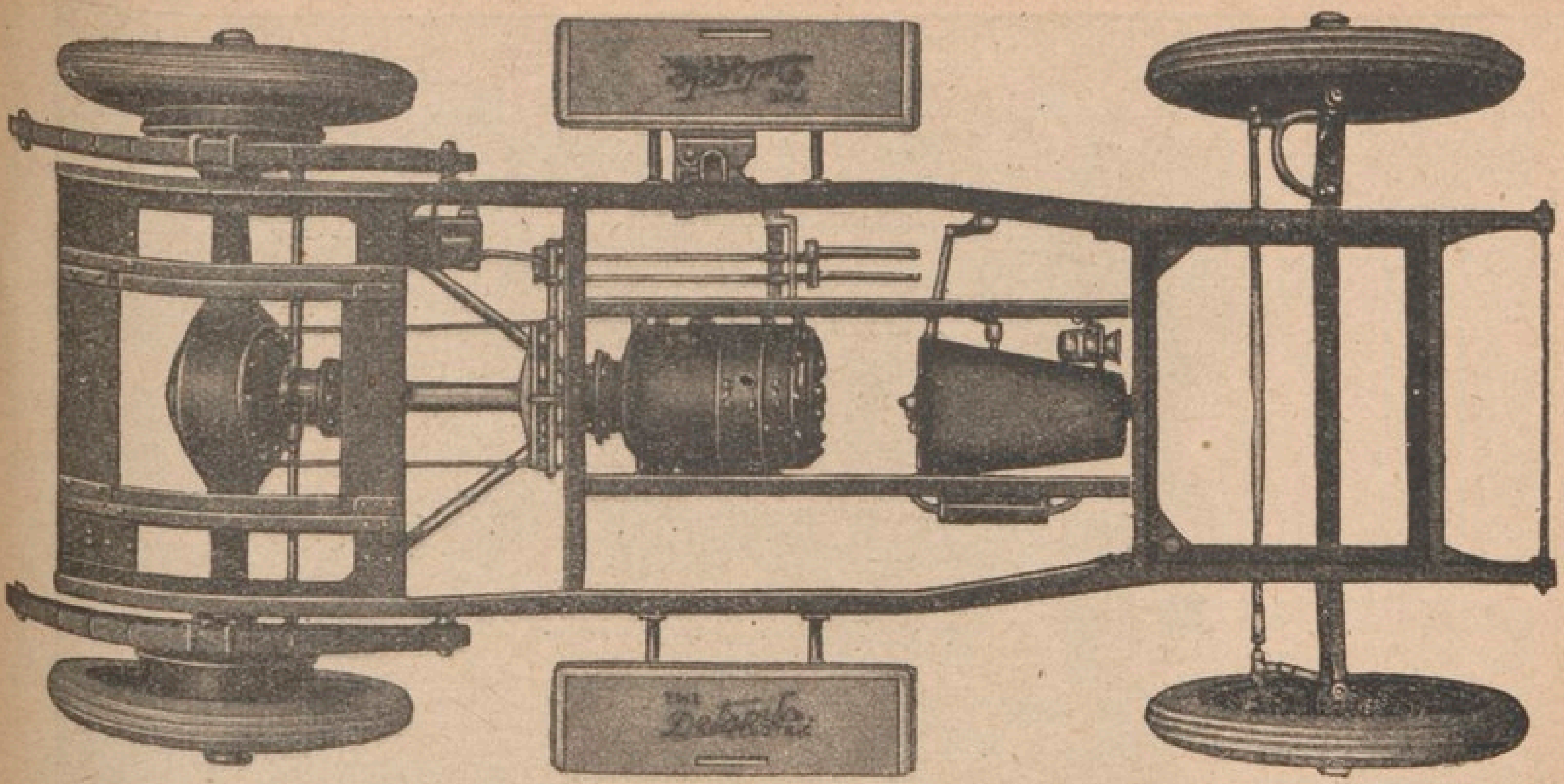
VUE SCHÉMATIQUE DU CHASSIS ET DES DIVERS ORGANES MOTEURS ET DE DIRECTION D'UNE VOITURE MILBURN

La Milburn Wagon Company construit deux types d'automobiles électriques, l'une à conduite intérieure dont on a vu la photographie page 217, l'autre, dite voiture de ville, ayant toute l'apparence d'une confortable limousine à essence. Le châssis de celle-ci est légèrement plus long, le moteur est disposé à l'arrière et le combinateur qui permet de régler la vitesse de la voiture est placé à côté de ce moteur. Cinq vitesses peuvent être obtenues dans la marche avant et deux dans la marche arrière. Les voitures électriques présentent, en outre, un avantage qui n'est pas négligeable : elles sont silencieuses.

au plomb — 1 volt 2 contre 2 volts 2 — et sa capacité n'est pas constante ; à l'usage, celle-ci diminue d'une façon assez appréciable. Il est vrai que le premier de ces inconvénients est en partie compensé par la possibilité d'utiliser le courant électrique jusqu'à complet épuisement de la charge.

L'industrie des accumulateurs est suffisamment développée en France pour qu'il nous soit permis d'espérer d'importants progrès dans la voie de l'accumulateur léger. Si tous les constructeurs ne font pas dans ce sens les efforts qu'il faudrait, il en est cependant qui sont arrivés à des résultats très encourageants. Le laboratoire de la Section technique de l'aéronautique a procédé, récemment, à des essais comparés entre les différentes marques d'accumulateurs. Ces essais ont prouvé la supériorité de l'accumulateur Clar, dont le poids est, à capacité égale, de 20 à 30 % inférieur à celui des autres marques. La capacité *effective* de la batterie expérimentée était de 122,5 ampères-heure pour un poids de 45 k. 700 ; l'accumulateur, classé immédiatement après, n'avait qu'une capacité effective de 110 ampères-heure et pesait 48 k. 200.

La durée d'une batterie d'accumulateurs dépend, en grande partie, de la façon dont on l'entretient. Les batteries dont sont pourvues les voitures américaines sont livrées



CHASSIS, COMBINATEUR ET MOTEUR D'UNE AUTO ÉLECTRIQUE

Le châssis représenté ici est remarquable par sa résistance, alliée à une légèreté relative, et par la finesse de ses lignes. Le combinateur, placé devant le moteur, est commandé par l'intermédiaire d'un levier.

avec une garantie de deux ans. Mais il semble qu'elles peuvent durer plus longtemps. En tout cas, les accumulateurs ne dureraient-ils que deux ans, l'emploi de la voiture électrique serait encore très économique. Une automobile Detroit, vendue en octobre 1915, avait parcouru, au 1er juillet 1916, près de 12.000 kilomètres pour une dépense totale de 316 fr. 50, dont 309 fr. 25 de courant électrique et 7 fr. 25 d'huile. Si cette voiture avait été mue par un moteur à essence, elle aurait consommé 15 litres environ aux 100 kilomètres, soit 1.800 litres pour 12.000 kilomètres. Quel que soit le prix de l'essence, fût-il excessivement bas comme il l'est aux Etats-Unis, la comparaison, ici encore, est toute à l'avantage du moteur électrique.

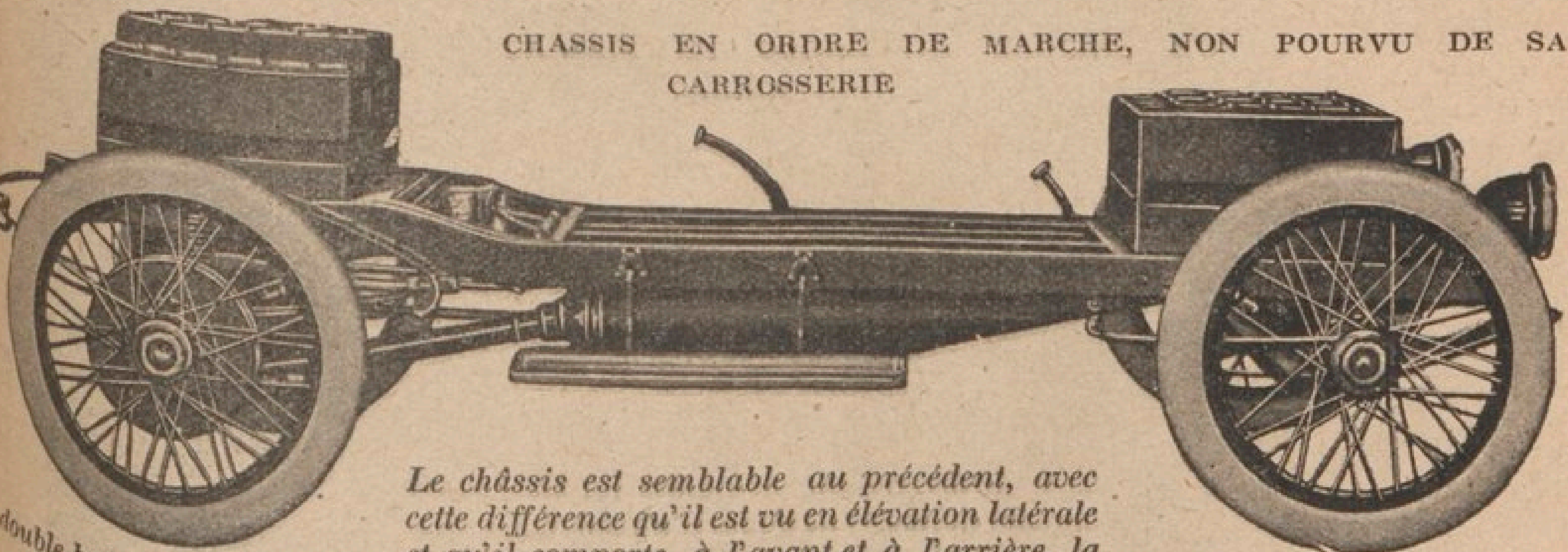
Aux Etats-Unis, on estime que le coût du courant nécessaire à une voiture électrique est de 490 francs pour quatorze mois de service — ou 18.500 kilomètres — tandis que le prix du carburant pour une voiture à essence, de puissance égale, atteint 1.050 francs.

Le jour où la voiture électrique sera vendue à un prix sensiblement égal à celui des autres automobiles, une clientèle nouvelle qui, pour des raisons multiples se détourne du moteur à essence, portera son choix sur elle. Pourquoi la voiture électrique serait-elle plus chère qu'une autre, alors qu'aucun de ses organes ne justifie le prix élevé des modèles actuels ? L'avenir de l'automobile électrique n'est pas seulement dans la voiture de luxe. Il est aussi, et peut-être surtout dans la voiture légère pour les gens d'affaires.

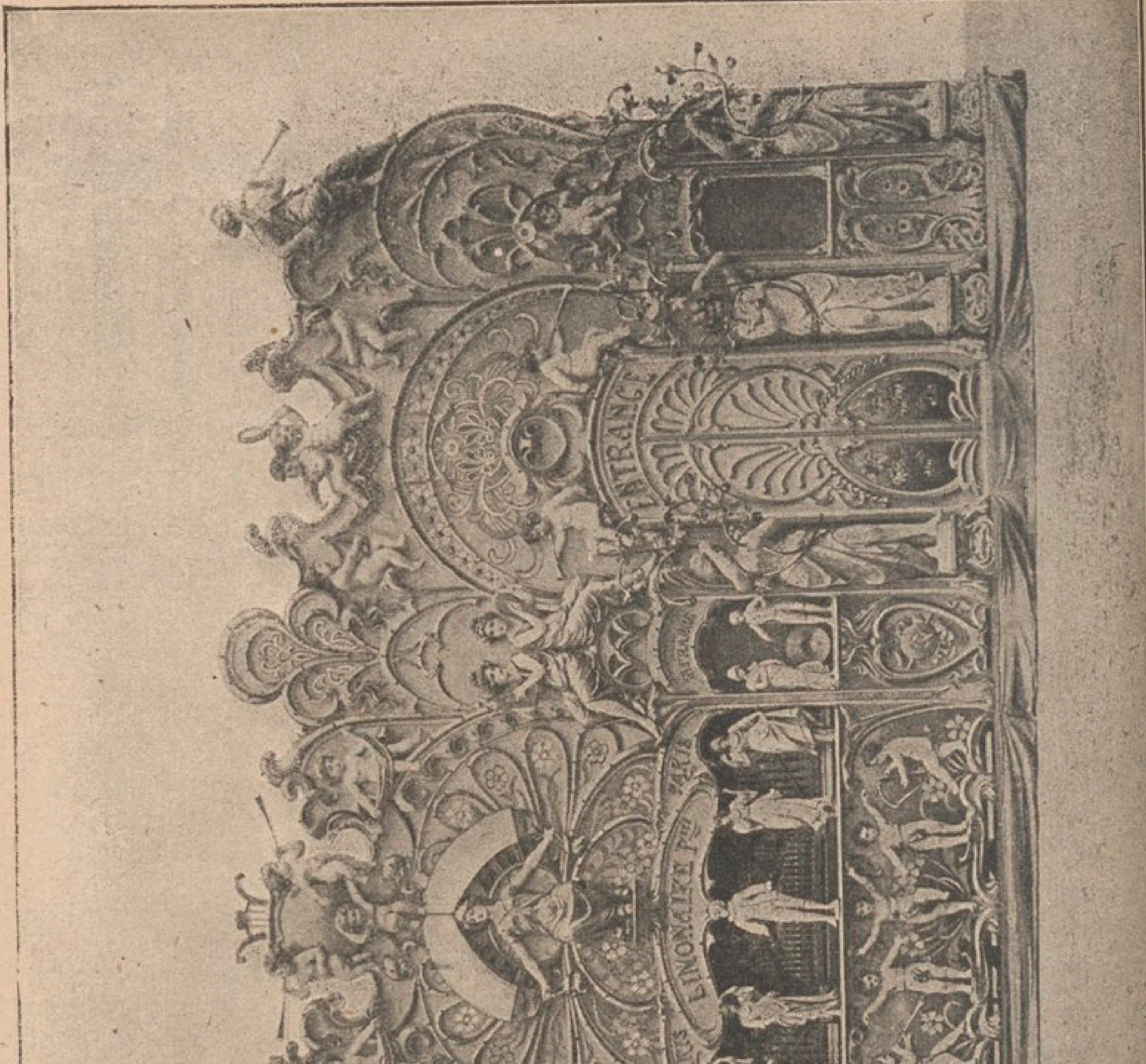
D'autre part, on nous promet des voitures à essence à bas prix. Attendons.....

PIERRE DESBORDES.

CHASSIS EN ORDRE DE MARCHE, NON POURVU DE SA CARROSSERIE



Le châssis est semblable au précédent, avec cette différence qu'il est vu en élévation latérale et qu'il comporte, à l'avant et à l'arrière, la double batterie d'accumulateurs qui fournit au moteur le courant nécessaire pour franchir 130 kilomètres.

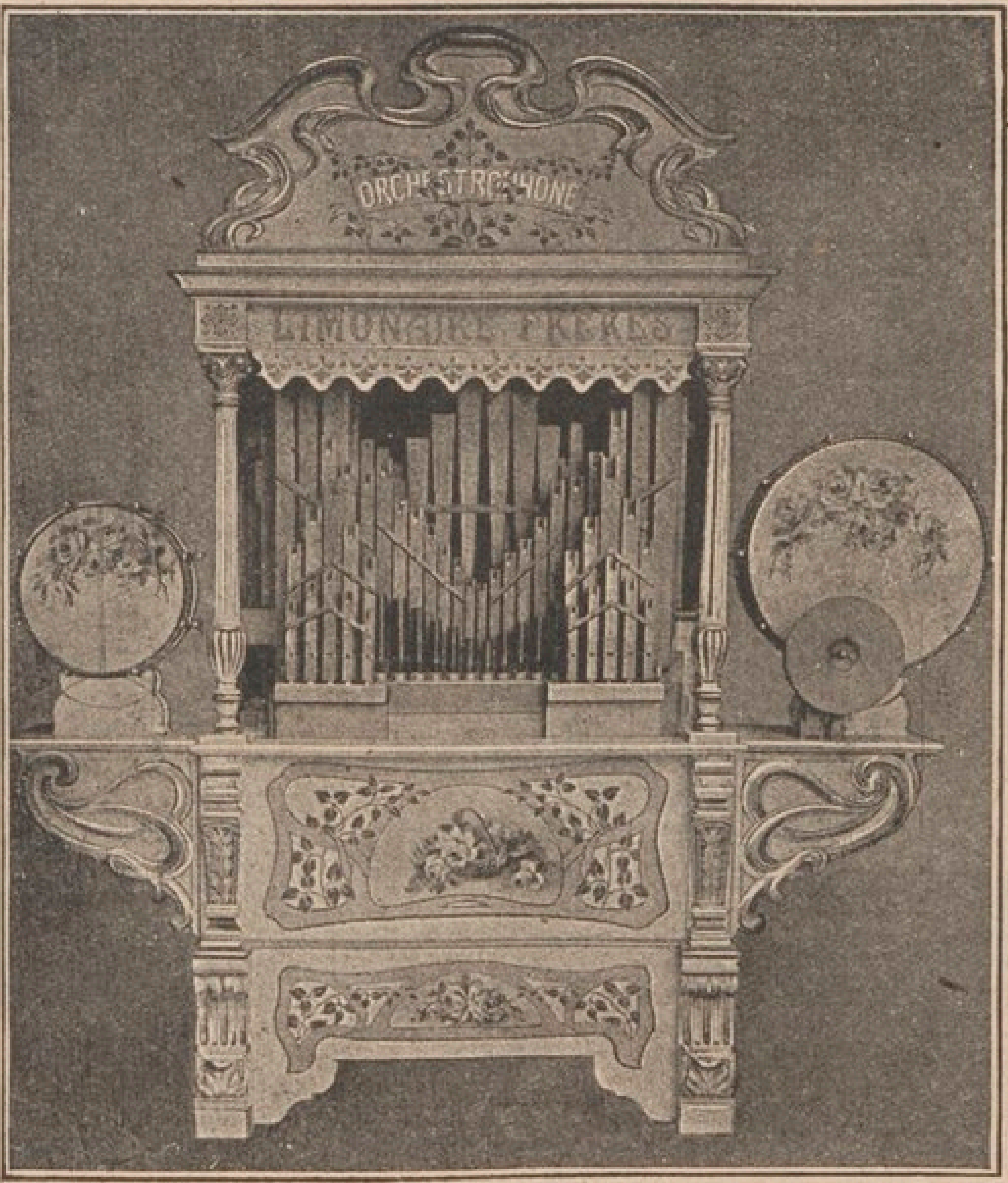


ORCHESTROPHONE DE MUSIC-HALL COMPORTANT 100 TOUCHES ET 46 STATUETTES QUI S'ANIMENT DE MOUVEMENTS DIVERS

LA MUSIQUE EST DEVENUE UNE BRANCHE DE LA MÉCANIQUE

Par Alphonse CORBIÈRES

Après l'orgue de Barbarie, le piano mécanique, dont on voyait encore quelques échantillons circuler dans nos rues, avant la guerre, tend lui-même à disparaître de nos grandes villes d'où les règlements de police cherchent à l'éliminer. Il s'est réfugié à l'intérieur des établissements publics, dans les cafés, les bars, les brasseries où chacun peut le mettre en mouvement et lui faire jouer un air en glissant dans une fente latérale une pièce de dix centimes, tout comme on le fait dans les distributeurs automatiques pour obtenir une tablette de chocolat, ou dans les bascules pour connaître son poids. Le piano mécanique est devenu un simple distributeur de musique. On le retrouve aussi dans les foires où il fait la joie des habitués des manèges de chevaux de bois ; mais, ici, il n'est déjà plus assez bruyant, et c'est un orchestre complet qui le remplace, orchestre mécanique, bien entendu, qui comporte un orgue puissant agrémenté de tambours, grosse caisse, cymbales, chapeau chinois, trompettes, triangles, destinés à ponctuer la mesure et à souligner l'accompagnement. Ce tintamarre musical est susceptible d'être entendu à plus de deux kilomètres.



PETIT ORCHESTROPHONE SPÉCIALEMENT CONSTRUIT POUR LES MANÈGES DE CHEVAUX DE BOIS

Comment donc sont construits ces divers instruments et quel est le mécanisme particulier qui les actionne, transformant ces boîtes à mélodies, conçues pour charmer nos oreilles, en instruments qui, bien au contraire, les font le plus souvent horriblement souffrir ?

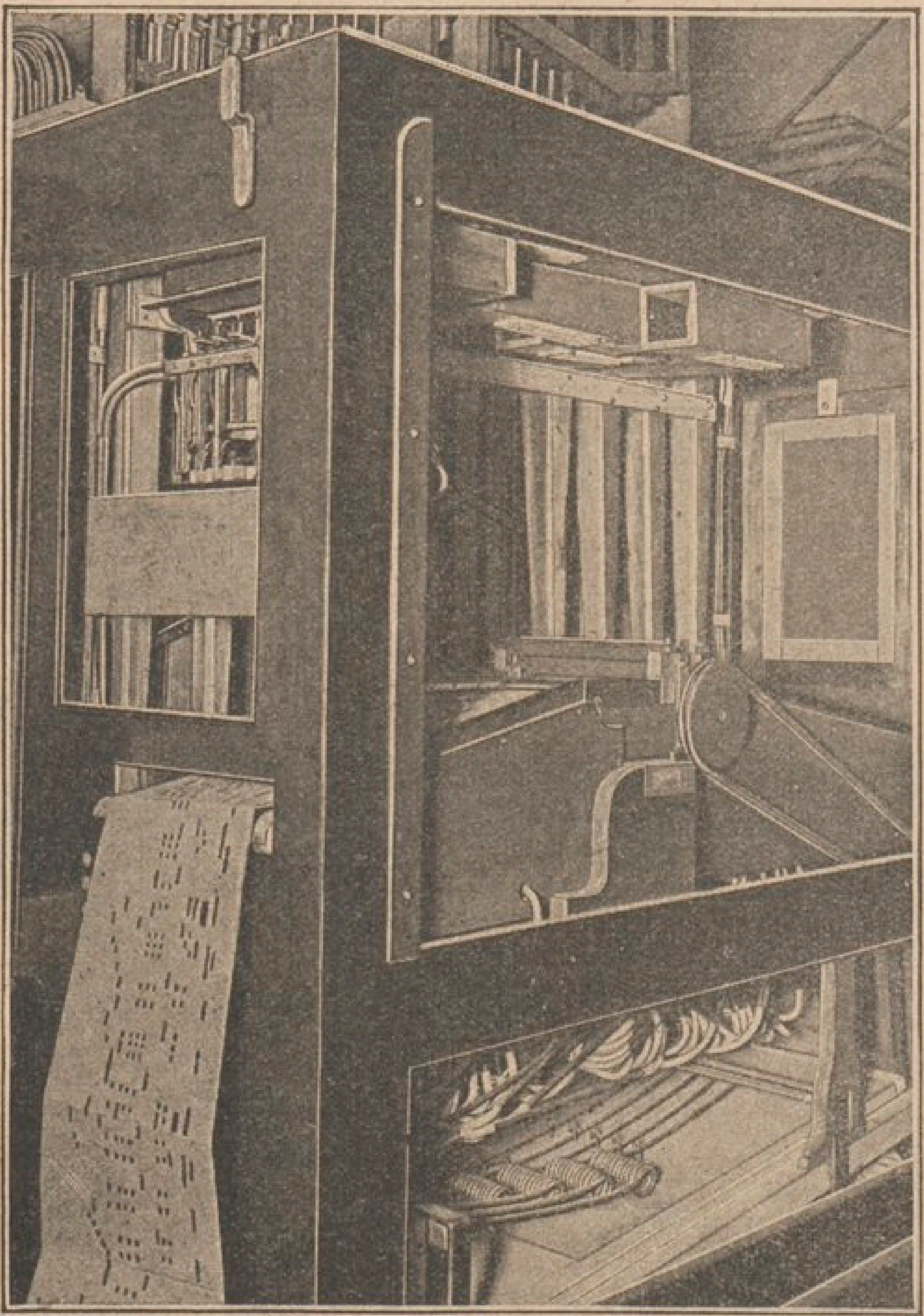
L'idée de supprimer le jeu manuel et de demander à un appareil mécanique de faire entendre les airs que les artistes seuls pouvaient exécuter avec leurs doigts agiles ne date pas d'hier. La première tentative pour jouer automatiquement d'un instrument, au moyen de soufferies, semble remonter à 1731 et être l'œuvre d'un Anglais, Justinian Morse. Depuis, orgues et pianos automatiques se sont multipliés.

En 1862, sous le nom de piano-concert, fut exposé à Londres un piano-mécanique imaginé par M. Debain. Cet instrument comprenait un piano à queue, un harmonicorde, un harmonium et un orgue à tuyaux et comportait deux claviers et un pédalier. C'est de cet appareil que sont dérivés les orgues mécaniques et orchestrions d'aujourd'hui, qui

font entendre autant de musique qu'on leur fait dérouler de décamètres de carton perforé.

Si donc nous voulons étudier et classer par ordre chronologique les différents instruments à musique automatiques, nous aurons à nous occuper d'abord des appareils à soufflerie qui tiennent plus de l'orgue que du piano et pour lesquels chaque morceau est transcrit sur des cartons perforés qui guident le mécanisme exécutant. Viendront ensuite les pianos automatiques, à cylindres commandant les marteaux, mais ne comportant pas plus de huit à dix airs différents. En dernier lieu, enfin, nous aurons les pianos à commande pneumatique, instruments perfectionnés qui donnent l'illusion la plus grande et permettent de croire que l'on entend jouer un virtuose.

Les orchestrophones, ou appareils à soufflerie, tiennent beaucoup plus de l'orgue que du piano. C'est de l'air que l'on envoie dans une série de tuyaux correspondant aux notes de la gamme et imitant, suivant les registres que l'on ouvre, tel ou tel instrument de l'orchestre. En ouvrant plusieurs registres, on arrive à produire des combinaisons instrumentales semblables à celles d'une musique militaire ou d'un orchestre. Dans l'orgue, c'est a l'aide d'un clavier que l'on commande l'accès de l'air dans les tuyaux et de tirants que l'on ouvre les registres. Lorsque l'exécutant s'apprête à jouer de l'orgue, il ouvre les jeux dont il veut se servir en amenant à lui ceux des tirants qui sont relatifs aux registres de ces jeux et, en promenant ensuite ses doigts sur le clavier, il fait ouvrir les soupapes au moyen de *l'abregé*, machine destinée à transmettre le mouvement des touches aux soupapes. Le vent passe alors dans les rainures du sommier où viennent aboutir les extrémités des tuyaux et fait ainsi parler les tuyaux dont l'organiste a ouvert les registres. En cessant d'appuyer sur les touches du clavier, celles-ci, ramenées par un ressort antagoniste, se relèvent et le tuyau, bouché par la soupape rendue libre, se tait aussitôt.

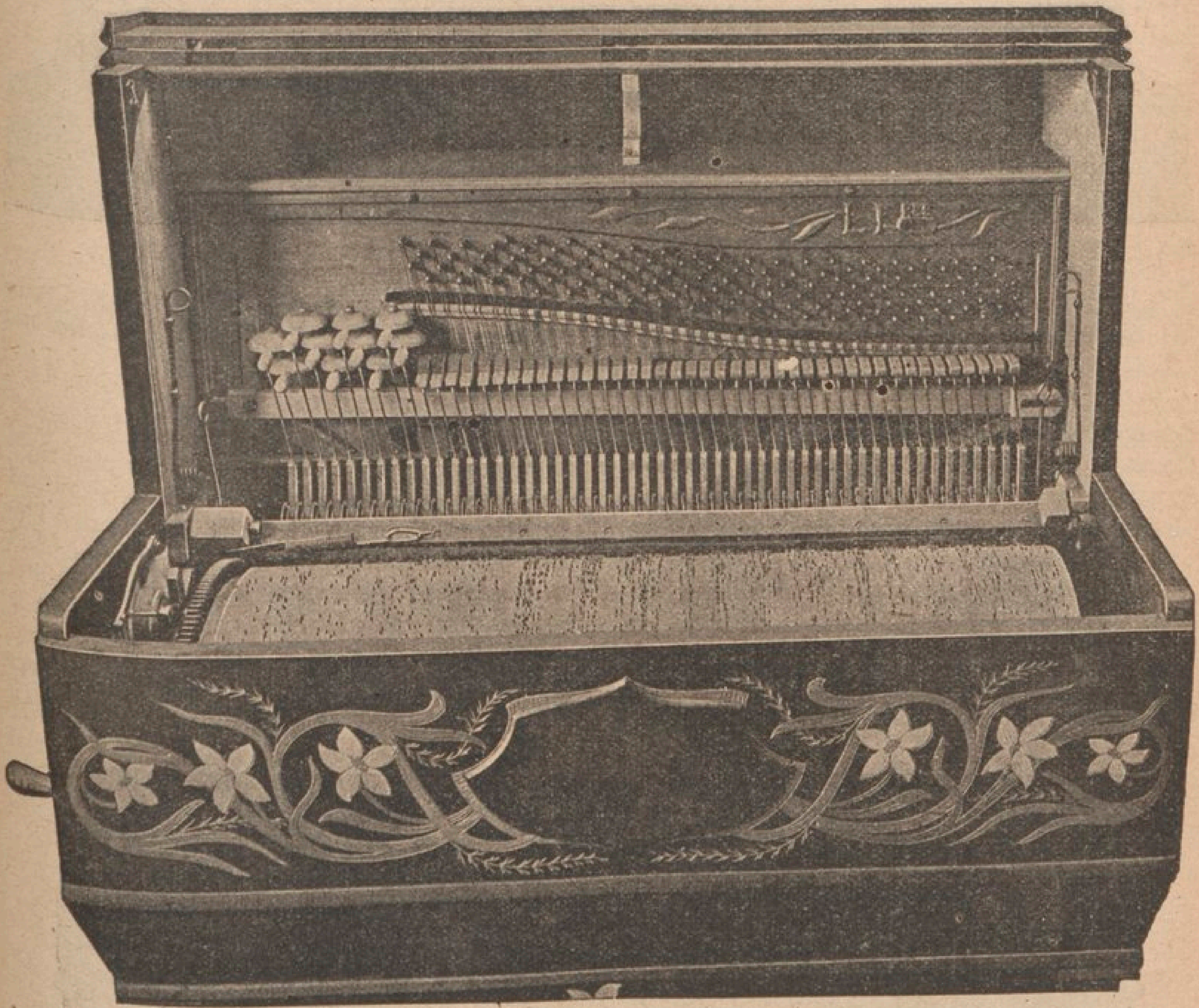


VUE ARRIÈRE INTÉRIEURE D'UN ORCHESTROPHONE

La bande de carton perforée se développe sur un plan incliné au sommet duquel sont les dents métalliques qui, en se relevant au passage des trous, ouvrent les soupapes des tuyaux d'orgues.

Dans les orchestrophones, où l'exécutant n'est autre qu'un dispositif mécanique, le clavier est naturellement supprimé. Il est remplacé par une série de tiges métalliques articulées, commandant chacune une soupape; ce sont donc ces tiges qui remplacent les touches du clavier, tandis que, d'autre part, les doigts de l'exécutant sont représentés par une bande de carton perforé. Chaque trou dont est percée cette bande correspond à une note ; le trou sera plus ou moins long suivant que la note devra être tenue plus ou moins longtemps. On fait donc dérouler cette bande au-dessus de la rangée de tiges métalliques. Tant que le carton est plein, toutes les tiges sont couchées, aucun son ne

se fait entendre ; mais, dès qu'un trou se présente, la tige au-dessus de laquelle il passe se relève et s'y engage, ouvrant en même temps la soupape correspondante et livrant passage au vent qui fait parler le tuyau de l'orgue. Plusieurs trous se présentant ensemble produisent les accords, tandis que d'autres perforations ouvrent et ferment les différents registres, produisant les *forte* et les *pianissimo*, commandant l'expression, les mateurs semblent très friands de cette musique bruyante pendant qu'ils boivent *lambic* ou *faro*. Il est de ces orchestrophones qui ont des proportions monumentales, comportant jusqu'à cent touches. Sur leur façade sculptée, des statuettes, peintes ou dorées, représentent des seigneurs, des bergères ou des soldats, se mouvant, sortant de leurs niches, dansant, saluant, agitant des cymbales, puis rentrant, suivant la



INTÉRIEUR D'UN PIANO MÉCANIQUE A CYLINDRE

Des pointes rigides sont fixées sur le cylindre de telle sorte qu'elles viennent frapper, au passage, les marteaux de l'instrument, comme le ferait un artiste au moyen des touches du clavier.

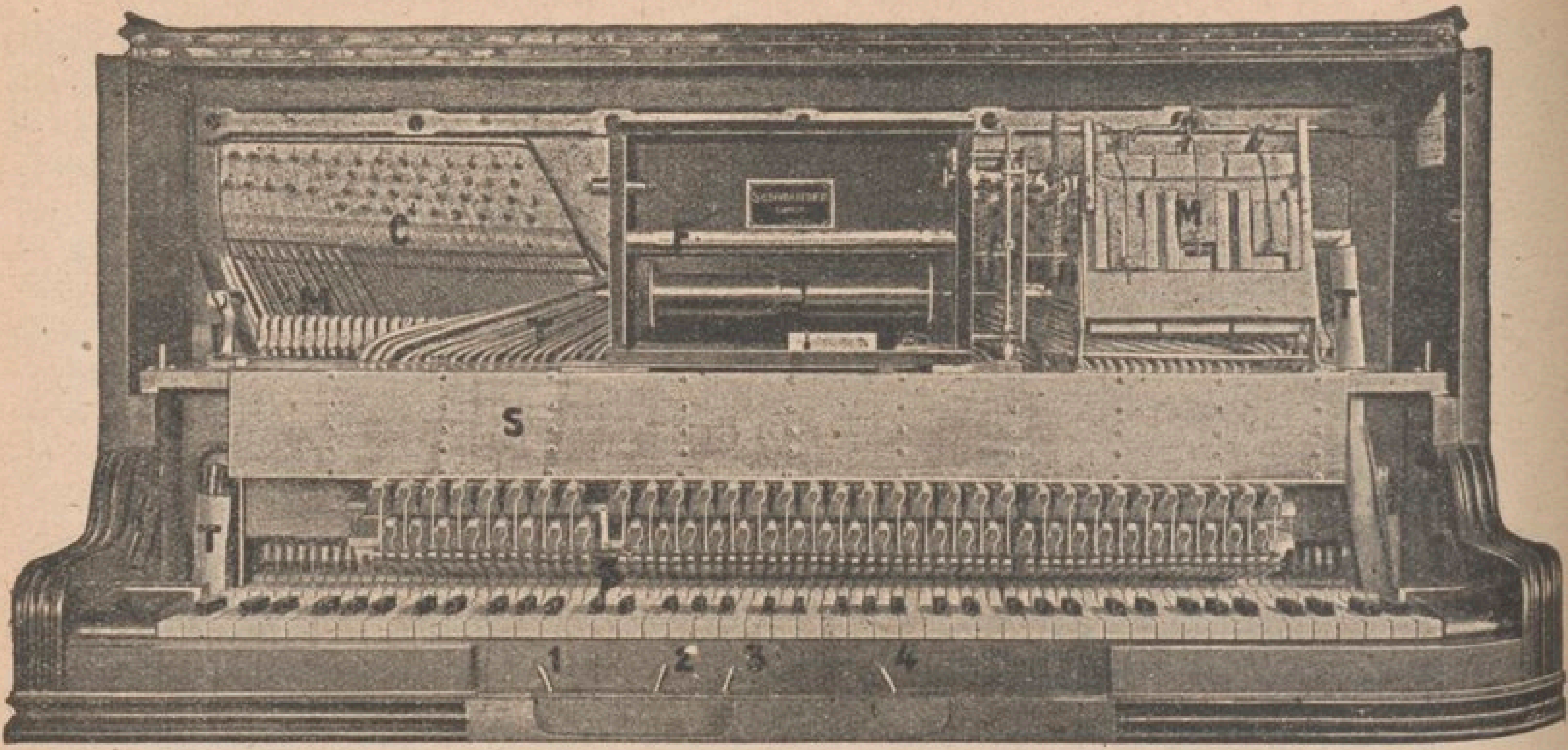
voix célestes, les flûtes et les violes, la grosse caisse, le tambour et le triangle, s'il y a lieu.

Une même manivelle, tournée à la main ou actionnée, à l'aide d'une courroie, par une machine à vapeur ou bien encore par un moteur électrique, fait marcher la soufflerie et déroule la bande de carton perforée.

Ce sont des instruments de ce genre qu'emploient les manèges de foire et que l'on entend, dans les cafés et les grandes brasseries, notamment en Belgique, où les consom-

fantaisie du sculpteur qui les a imaginées et du constructeur qui les a animées.

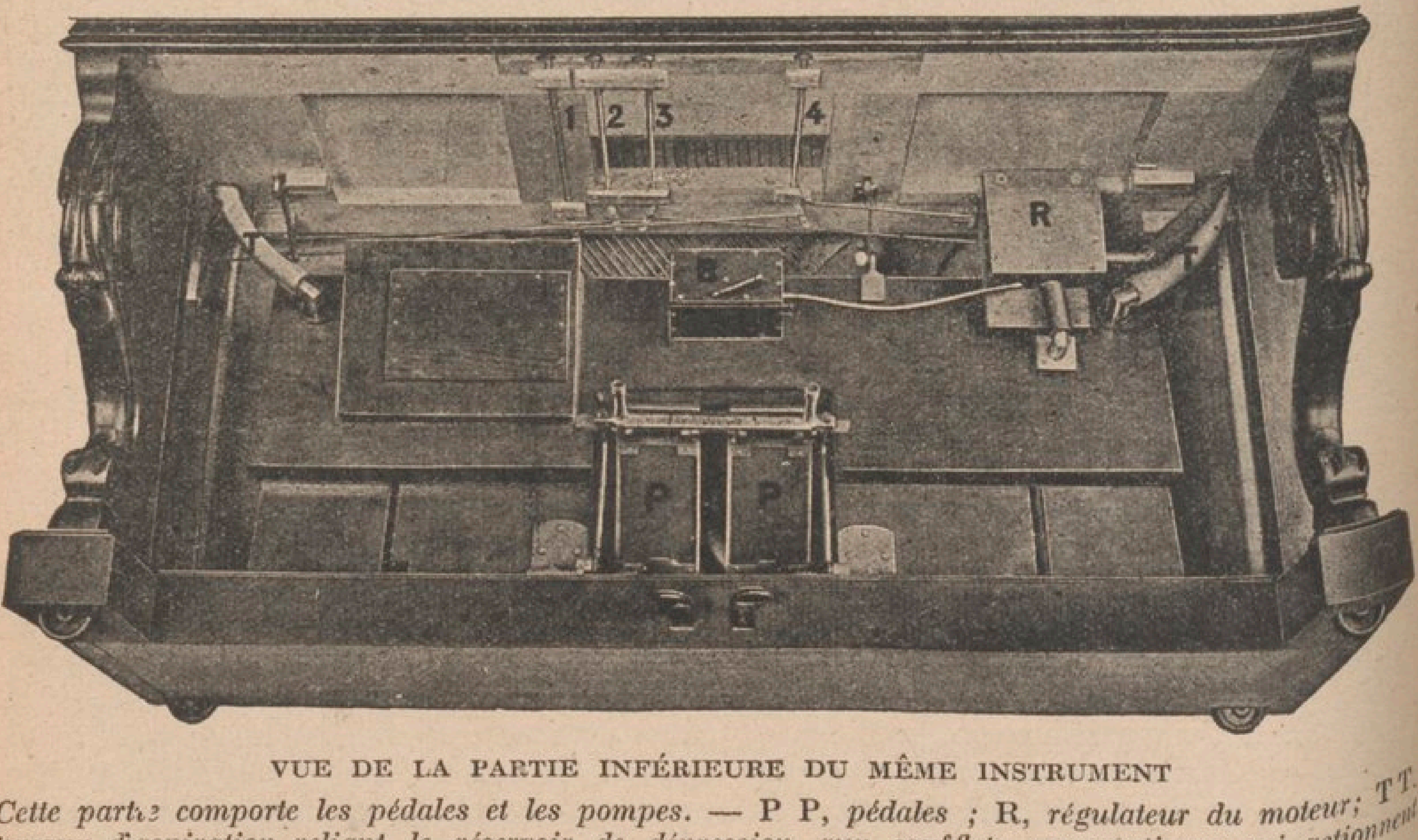
A côté de ces orchestrophones, nous trouvons le piano mécanique, qui s'actionne aussi avec une manivelle ou se met en mouvement et exécute un air à l'aide d'un ressort que déclanche le poids d'une pièce de dix centimes, introduite par une fente, comme cela se fait dans les appareils automatiques. Ici, l'air ne joue aucun rôle : les sons sont produits, comme dans le piano ordinaire, par



PARTIE SUPÉRIEURE D'UN PIANO AUTOMATIQUE DU SYSTÈME COURANT

S, *sommier contenant le mécanisme de commande pneumatique des marteaux;* C, *cordes du piano;* M, *moteur à trois soufflets, celui du milieu montrant son tiroir ouvert;* T, *tuyau d'aspiration;* 1, 2, 3 *et* 4, *manettes d'expression;* F, *flute de Pan.*

des cordes vibrant sous le choc de marteaux. Ceux-ci sont commandés par un cylindre garni de pointes métalliques correspondant chacune à une note du clavier. Le cylindre, en tournant, met ces pointes en contact avec une tige de bois armé qui commande elle-même un marteau. Il suffit donc que ces pointes soient disposées sur le cylindre de façon qu'elles rencontrent ces tiges de bois, de même que le feraient sur un clavier normal les doigts d'un exécutant. Accords, arpèges, gammes chromatiques les plus rapides peuvent donc être exécutés avec autant de brio que par un virtuose et sans que l'on ait jamais à redouter une fausse touche. C'est en déplaçant légèrement de gauche à droite, sur son axe, le cylindre, que l'on obtient le changement de l'air à jouer. Généralement, les tiges métalliques dont sont garnis ces cylindres sont disposées de telle sorte qu'il

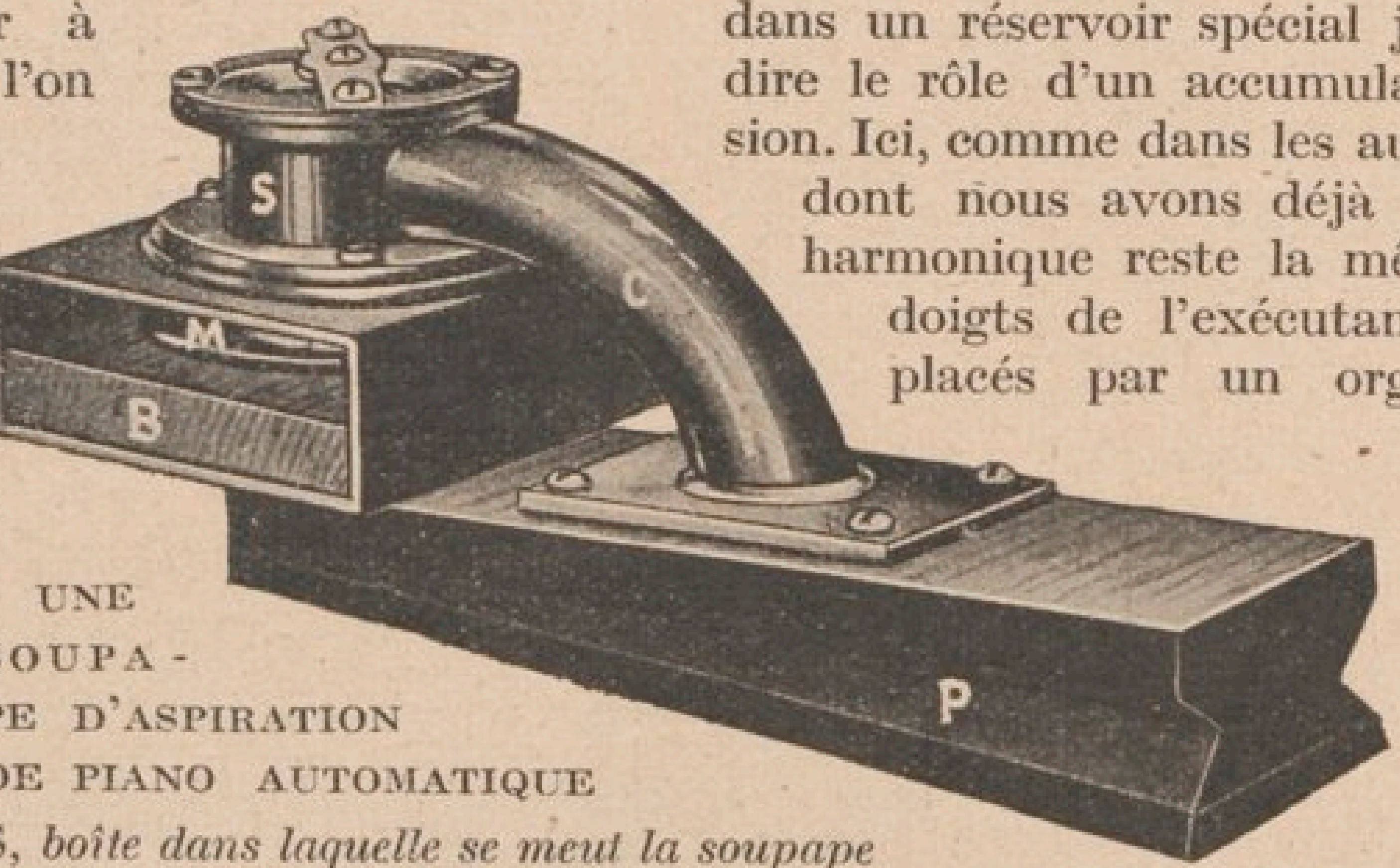


VUE DE LA PARTIE INFÉRIEURE DU MÊME INSTRUMENT

Cette partie comporte les pédales et les pompes. — P P, *pédales ;* R, *régulateur du moteur;* T T, *tuyaux d'aspiration reliant le réservoir de dépression aux soufflets pneumatiques qui actionnent le mécanisme des marteaux;* 1, 2, 3 *et* 4, *tiges des manettes d'expression.*

est possible d'obtenir une série de dix airs différents. Les noms de ces airs sont notés et numérotés sur une petite plaque fixée sur l'instrument ; une clef avec index se mouvant sur un cadran numéroté de 1 à 10, permet d'obtenir à l'instant l'air que l'on désire entendre.

Mais à côté de ces instruments de foires et de cabarets qui, malgré leur destination un peu vulgaire, ne font pas moins honneur à ceux qui les conçoivent et les construisent, il existe une autre série d'instruments, pianos automatiques, auxquels on a donné des noms différents, suivant la fantaisie du facteur de chez qui ils sortent. Ici, bien que l'exécution soit aussi confiée à un mécanisme, le goût et le sentiment de l'artiste qui s'en sert peuvent néanmoins s'affirmer.



UNE SOUPAPE D'ASPIRATION DE PIANO AUTOMATIQUE

S, *boîte dans laquelle se meut la soupape secondaire* · M, *membrane ;* B, *partie du sommier qui constitue la chambre d'aspiration;* C, *canal reliant la chambre de la soupape au soufflet* P, *dans lequel on fait le vide.*

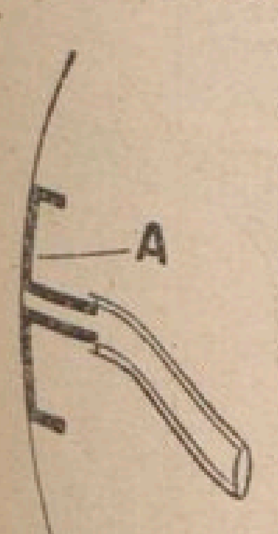
Nombreux sont les gens qui adorent la musique, la comprennent, mais qui sont incapables de l'exécuter. Leur fournir le moyen de faire jouer eux-mêmes, sans le secours de personne, cette musique qu'ils aiment, en lui donnant les nuances, la mesure, la sonorité, le style tels qu'ils les ressentent, avec leur sentiment personnel, c'est le but qu'on s'est proposé en imaginant ces pianos automatiques ingénieux, dont nous allons tâcher de donner une rapide description.

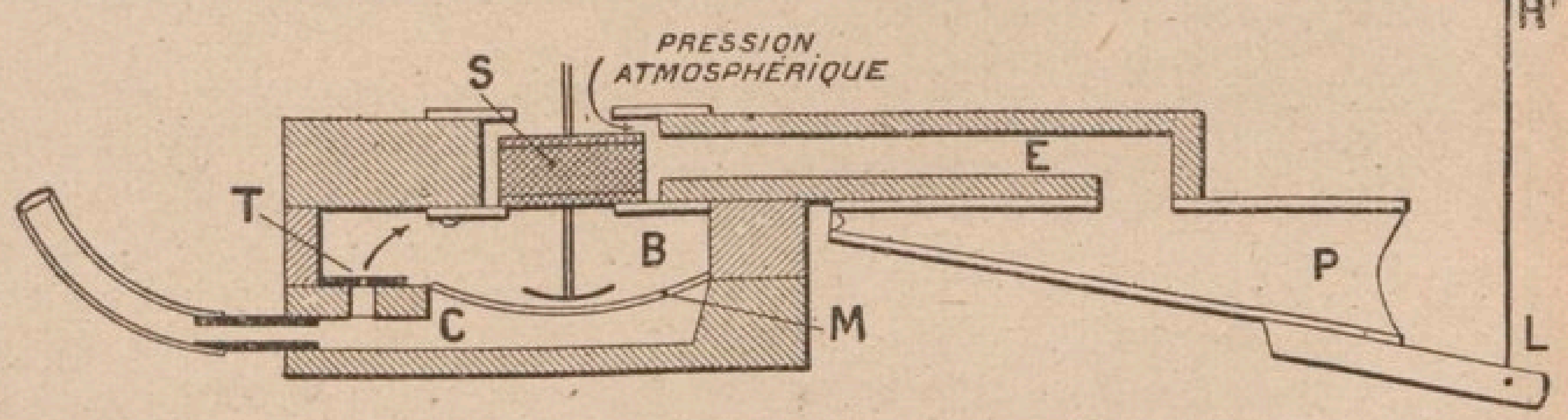
Le mécanisme du piano automatique, à l'encontre de celui de l'orgue, qui procède par soufflerie, repose sur le vide produit par une aspiration permanente. Disons tout de suite que ce vide relatif est obtenu à l'aide de pédales qui actionnent deux pompes aspirantes. Celles-ci entretiennent un vide constant dans un réservoir spécial jouant pour ainsi dire le rôle d'un accumulateur de dépression. Ici, comme dans les autres instruments dont nous avons déjà parlé, la partie harmonique reste la même ; ce sont les doigts de l'exécutant qui sont remplacés par un organe mécanique.

Donc, autant de notes au piano (le maximum est de 88), autant de commandes bien séparées.

On sait que, dans le piano ordinaire, les cordes sont frappées par des marteaux, lesquels sont actionnés par le doigt qui agit sur un clavier. Dans l'appareil automatique, c'est un petit soufflet qui remplace le doigt. Il y a donc autant de soufflets, autant de doigts pneumatiques que de notes. Si dans l'un de ces soufflets, on vient, au moyen d'une pompe aspirante, à faire le vide, (le vide partiel, bien entendu), la pression atmosphérique extérieure agira sur la planchette mobile du soufflet qui se fermera, et, par l'intermédiaire du levier *L* poussera le marteau du piano (fig. ci-dessous). Il est évident qu'il n'y a aucune raison pour que le soufflet s'ouvre tant que le vide restera à l'intérieur, ou, en d'autres termes, tant que la pression atmosphérique n'y pénètrera pas pour lui permettre de reprendre sa position première, sous l'action d'un faible ressort non figuré sur le dessin.

Comment ces alternances de vide





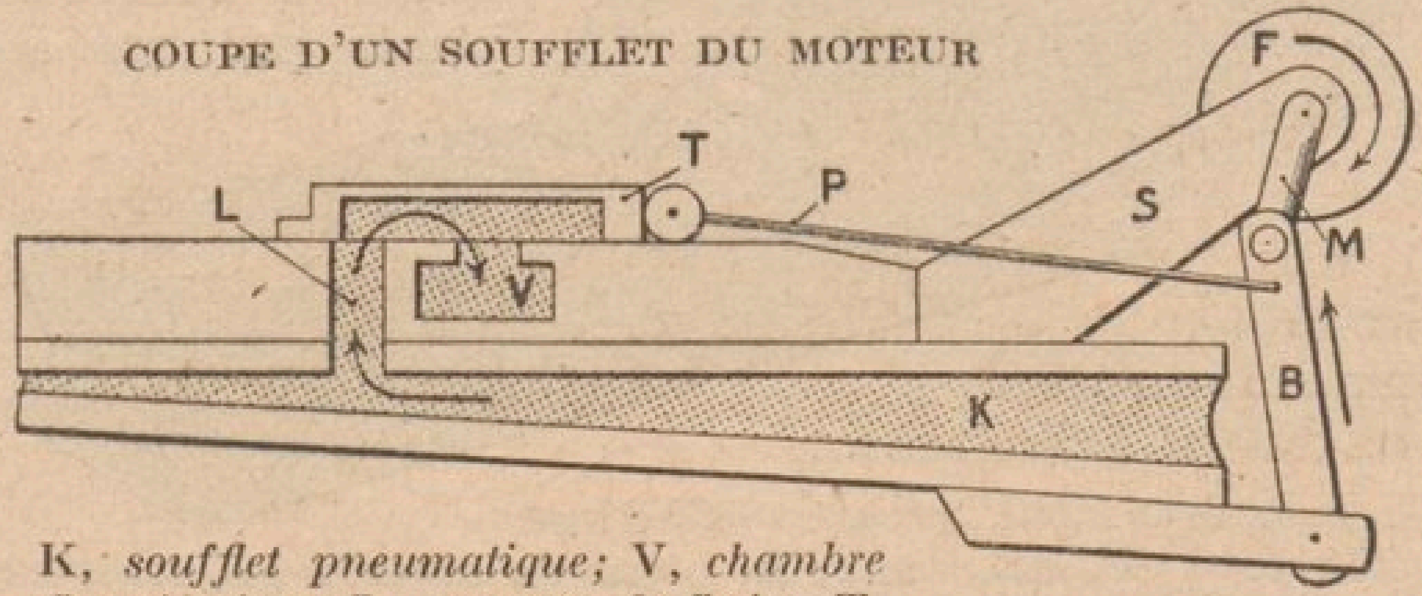
COUPE SCHÉMATIQUE D'UNE SOUPAPE D'ASPIRATION ET DU SOUFFLET QU'ELLE COMMANDE DANS UN PIANO AUTOMATIQUE

A, *flûte de Pan;* S, *soupape dont la tige inférieure descend au-dessus de la membrane* M; C, *chambre inférieure en communication avec la flûte de Pan;* B, *chambre médiane d'aspiration;* E, *chambre supérieure et canal conduisant au soufflet* P, *lequel peut, en quelque sorte, être considéré comme un doigt pneumatique;* T, *trou capillaire;* L, R, *levier et tige commandant le mouvement du marteau.*

et de pression se produiront-elles, nous allons l'expliquer le plus brièvement possible :

Supposons d'abord trois boîtes superposées et formant, par conséquent, trois chambres distinctes. La chambre inférieure est obturée par une membrane souple ; un trou capillaire met cette chambre en communication avec la chambre médiane. La boîte supérieure est également percée de deux ouvertures, l'une communiquant avec la chambre du milieu, juste au-dessus de la membrane, l'autre, symétriquement placée au-dessus, laisse passer l'air libre. Entre ces deux ouvertures, joue une soupape, dont la tige, munie d'un bouton, pénètre dans la chambre inférieure à l'aplomb même de la membrane. La soupape est disposée de telle sorte dans la chambre supérieure que, si elle se soulève, elle ferme l'entrée de l'air libre et découvre le passage avec la chambre du

COUPE D'UN SOUFFLET DU MOTEUR



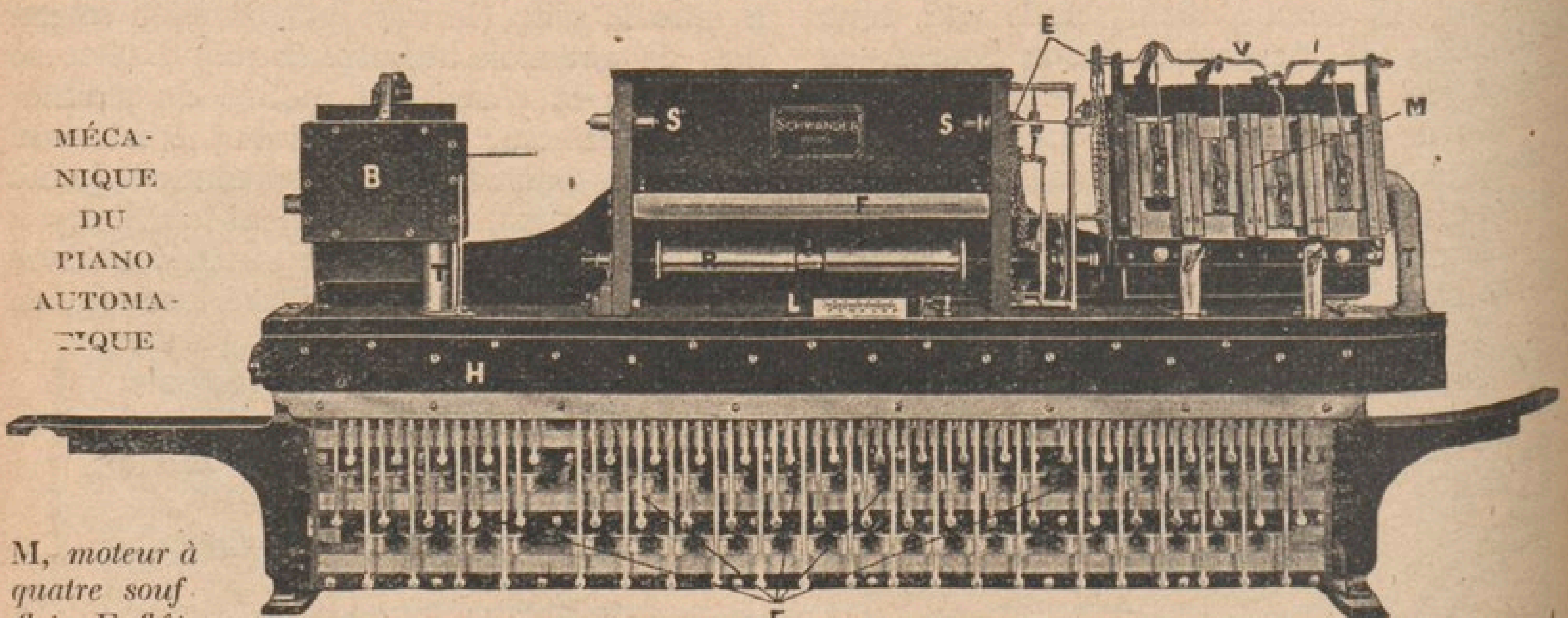
K, *soufflet pneumatique;* V, *chambre d'aspiration ;* L, *passage de l'air ;* T, *tiroir ;* P, *tige du tiroir ;* S, *support du vilebrequin ;* B, *bielle ;* M, *coude du vilebrequin;* F, *engrenage. — Le dessin ci-dessus est pris dans la position d'aspiration, le soufflet va se fermer.*

Pan, et la chambre intermédiaire au réservoir. Cette dernière sera, par conséquent, continuellement soumise à la dépression.

L'organe que l'on désigne sous le nom de flûte de Pan est une plaque de cuivre percée dans sa longueur d'autant de petits trous qu'il y a de soufflets. Devant cette plaque, se déroule une bande de papier qui en bouche hermétiquement les trous, puisqu'elle est aspirée par eux. L'ensemble de l'appareil automatique se compose donc, à la suite de la flûte de Pan, d'autant de boîtes contenant soupapes et membranes et d'autant de soufflets qu'il y a de trous à la flûte. Le jeu de l'une de ces boîtes, que nous allons décrire, se répétera de même dans toutes les autres, dès que dans le papier qui se déroule, se présentera une perforation correspondant à un trou de la flûte.

Admettons, d'abord, celle-ci obturée par la bande de papier ; l'aspiration produite par

MÉCANIQUE DU PIANO AUTOMATIQUE

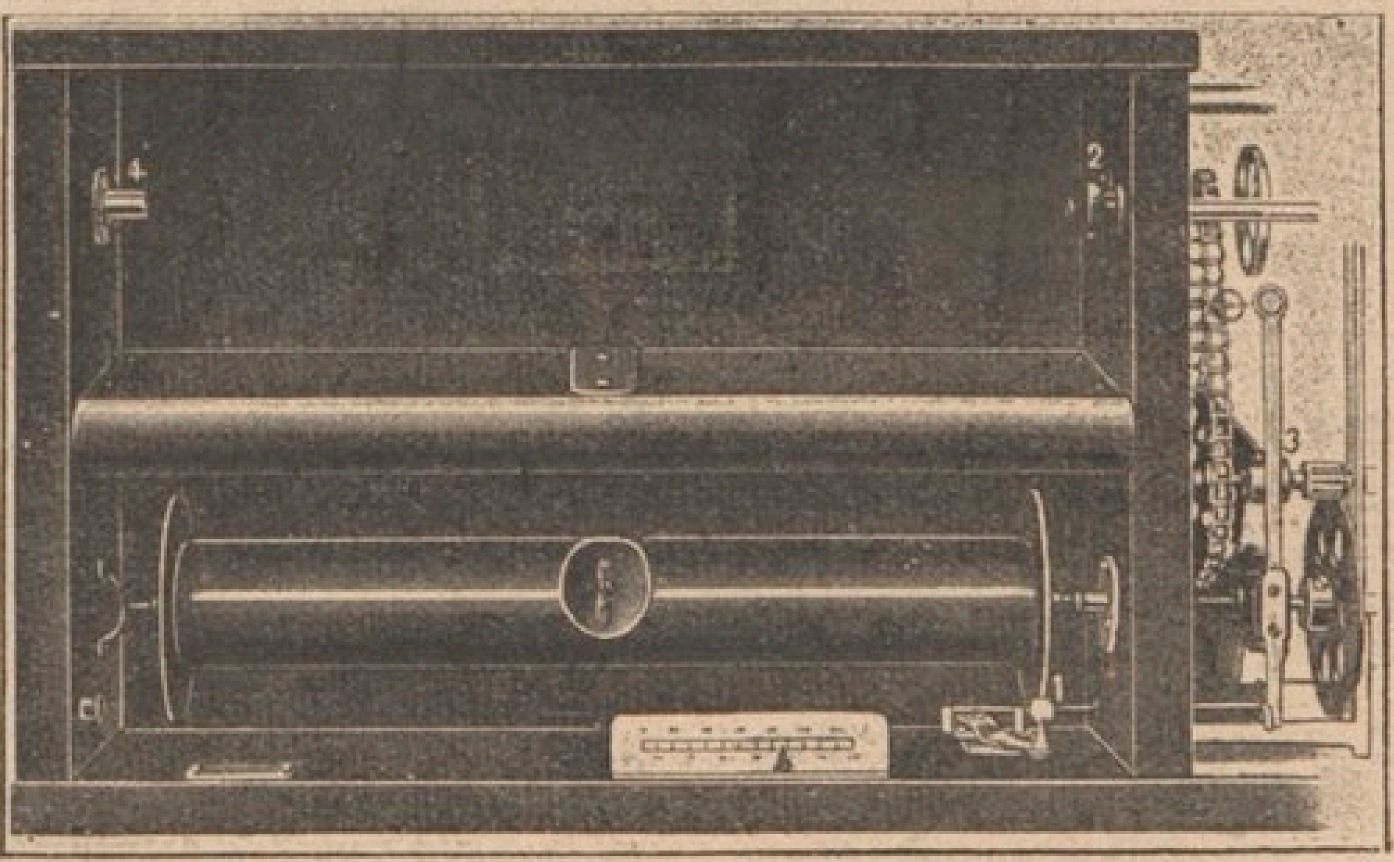


M, *moteur à quatre soufflets;* F, *flûte de Pan;* S, S, *supports du rouleau de papier qui présente les perforations ;* R, *rouleau sur lequel vient s'enrouler la bande de papier ;* L, *échelle graduée de la manette* tempo : E, *soufflets et sommiers;* T, *tubes d'aspiration ;* B, *régulateur du moteur.*

milieu, et que, si elle s'abaisse et repose sur son siège, elle obture au contraire la communication avec la chambre du milieu et rend le passage à l'air libre. Ceci posé, nous relions, d'une part, au moyen d'un canal, la chambre supérieure à un soufflet que l'on nomme « pneumatique », d'autre part, la chambre inférieure, par un tube séparé, à la flûte de

les pompes va aspirer tout l'air compris dans la chambre du milieu, qui est constamment en relation directe avec les pompes. Par le trou capillaire, l'air qui se trouve sous la membrane et dans le tube qui vient de la flûte de Pan est aspiré. La membrane, par son propre poids, forme poche ; la soupape aspirée s'appuie sur son siège, fermant toute

communication avec la chambre supérieure. Cette dernière communiquant alors avec l'air libre, celui-ci remplit le soufflet pneumatique qui reste ouvert. Maintenant, faisons glisser le papier sur la flûte de Pan et mettons en regard d'un des trous de la flûte, un trou percé dans le dit papier. Par la flûte de Pan et par le conduit qui aboutit à la chambre intérieure, l'air pénètre ; la membrane, aspirée par le vide de la chambre médiane, se relève et soulève immédiatement par le bouton qui termine sa tige, la soupape elle-même. Celle-ci, en se soulevant, ferme le trou par lequel passait l'air libre et établit la communication avec la chambre inférieure d'aspiration. Le vide se produit aussitôt dans la chambre supérieure et, par suite, dans le soufflet qui communique avec elle. Sous l'effet de l'aspiration, ce soufflet se ferme. Or, ce soufflet, comme tous les soufflets, est formé de deux plaquettes en bois reliées entre elles par du tissu caoutchouté ; une de ces plaquettes est fixe, l'autre mobile, de telle sorte que le vide se produisant à l'intérieur du soufflet, la plaquette mobile vient s'appliquer sur l'autre. Dans ce mouvement, cette plaquette entraîne une tige qui commande, à l'aide de plusieurs renvois, le marteau frappant sur la corde du piano et produisant le son.



DÉTAIL DE LA BOITE OU SE DÉROULE LE PAPIER

Sur les tourillons 4 et 2, se place le rouleau de papier perforé dont l'extrémité vient se fixer sur le cylindre inférieur après avoir glissé sur la flûte de Pan, qui est percée d'une série de trous. En 3, sont les engrenages qui commandent ces deux cylindres; en 1, la manette d'embrayage et de changement de marche ; en avant de la boîte, se trouve l'échelle correspondant à la manette tempo, *qui règle la vitesse de l'appareil.*

Le coup frappé, et, par conséquent, l'effet obtenu et le son produit, il faut que le mécanisme reprenne immédiatement sa position première, dès que le papier perforé, en se déroulant, a obturé à nouveau le trou de la flûte de Pan. Ce trou bouché, l'air contenu sous la membrane et dans le tube s'est trouvé aspiré par le trou capillaire. La membrane forme poche à nouveau et la soupape, n'étant plus soutenue par la membrane, retombe sur son siège ; l'air a pu pénétrer à nouveau dans la chambre supérieure et dans le soufflet qui lui est relié. Le soufflet s'est alors détendu, ramenant la tige du marteau dans sa position primitive. Un des points délicats de ce mécanisme est le réglage du trou capillaire, dont la dimension doit être telle que la membrane soit ramenée en bas instantanément. C'est ce réglage qui donne la remarquable rapidité de répétition des notes dans les triolets, les trilles et les notes répétées.

Le dispositif, tel que nous venons de le décrire, ne comporte qu'une soupape ; on en construit fréquemment à deux soupapes dans le but de faciliter justement cette rapidité de répétition des notes. Certains dilettanti prétendent, en effet, que, dans les *pianissimi*, les répétitions ne sont pas suffisamment détachées parce que la capacité de la membrane par rapport au trou d'entrée du papier qui applique contre la flûte de Pan est trop grande, la quantité d'air passant par le papier pouvant être insuffisante pour soulever la membrane. Pour obvier à cet inconvénient, on a intercalé, entre la flûte de Pan et la membrane, un relai formé d'une membrane et d'une soupape de dimensions beaucoup plus réduites dont le rôle est d'augmenter la capacité d'air qui laisse passer le faible diamètre du trou de la flûte de Pan.

L'ensemble des chambres à soupapes, des canalisations et des soufflets s'appelle « sommier ». Un sommier comporte deux ou trois rangs de soupapes et de soufflets, car le diamètre des membranes et la largeur des soufflets, très supérieurs à l'écartement des cordes auxquelles ils correspondent, ne permettent pas de les aligner sur un seul rang. On tend de plus en plus à supprimer le bois dans la constitution de ces divers organes et à le remplacer par du métal, l'aluminium de préférence. Plusieurs raisons militent en faveur de ce perfectionnement : le métal est plus léger et est, beaucoup moins que le bois, soumis aux influences atmosphériques ; il

OUVRIÈRE ÉCRIVANT LA MUSIQUE

Sur la bande qui se déroule devant elle, l'ouvrière trace des traits correspondant à la valeur des notes dont la longueur est réglée à l'aide du secteur que l'on voit à sa gauche, sur la photographie.

permet également de réduire l'encombrement de l'ensemble du mécanisme et, par conséquent, de le loger facilement dans des corps de pianos moins volumineux.

Il nous reste maintenant à expliquer le mécanisme du moteur à air qui fait dérouler la bande de papier perforé devant la flûte de Pan.

Les rouleaux métalliques sur lesquels s'enroule et se déroule la bande de papier sont mis en mouvement par un petit moteur pneumatique, que l'on peut aisément comparer à une minuscule machine à vapeur dont les cylindres sont remplacés par des soufflets, et la vapeur elle-même par la pression atmosphérique.

Un tiroir T, analogue, lui aussi à celui des cylindres à vapeur, glisse sur sa glace, débouchant alternativement la lumière L et mettant en communication le soufflet K, soit avec la pression extérieure par la lumière L, soit avec la chambre à vide V. Quand le tiroir a découvert la lumière L, le soufflet, sans force active, est sollicité par le mouvement de la manivelle M et de la bielle B, qui tendent à l'ouvrir. Si nous continuons la rotation dans le sens de la flèche F, le tiroir, poussé par la tige P, vient boucher la lumière L qu'il met en communication avec la chambre à vide V, comme le montre la figure de la page 226. Le vide se fait aussitôt dans le soufflet K, et la pression extérieure, agissant sur sa face mobile, l'oblige à se fermer, transmettant sa force active à la manivelle qui continue le mouvement commencé jusqu'à ce que le tiroir, revenu à sa position précédente, libère à nouveau le soufflet. Comme il y a plusieurs soufflets, trois au minimum, et que les manivelles sont décalées d'un angle approprié, il y a toujours un soufflet en action, et le mouvement est continu. Un registre règle l'ouverture de la chambre à vide et donne une plus ou moins grande

TRAVAIL DE PERFORATION DE LA BANDE-TYPE

La bande se déplace lentement de gauche à droite. Sur les traits marqués précédemment au crayon, l'ouvrière abaisse vivement un poinçon qui pratique dans le papier les perforations voulues.

vitesse au moteur pendant qu'un régulateur de pression empêche celui-ci de s'emballer ou de ralentir, quelle que soit la rapidité du pédalage, qui n'a aucun effet sur lui.

Le va-et-vient de ces soufflets et des bielles qu'ils entraînent met en mouvement le vilebrequin, et, par suite, les tiroirs qui y sont reliés et qui règlent l'admission et l'échappement de l'air. A l'extrémité de l'arbre du vilebrequin sont groupés les pignons et les

les dessus. La quatrième manette, la plus intéressante, est celle de la mesure, c'est la manette *tempo*. Elle agit sur la vitesse de déroulement du morceau en ralentissant le moteur si on porte la manette à gauche, en l'accélérant, en la portant à droite.

Cette manette correspond à une aiguille qui se meut devant une échelle graduée placée dans la boîte de la flûte de Pan, sous les yeux de l'exécutant, permettant à celui-ci de

UN ARTISTE PROCÈDE A LA CORRECTION DES BANDES DE PAPIER PERFORÉ

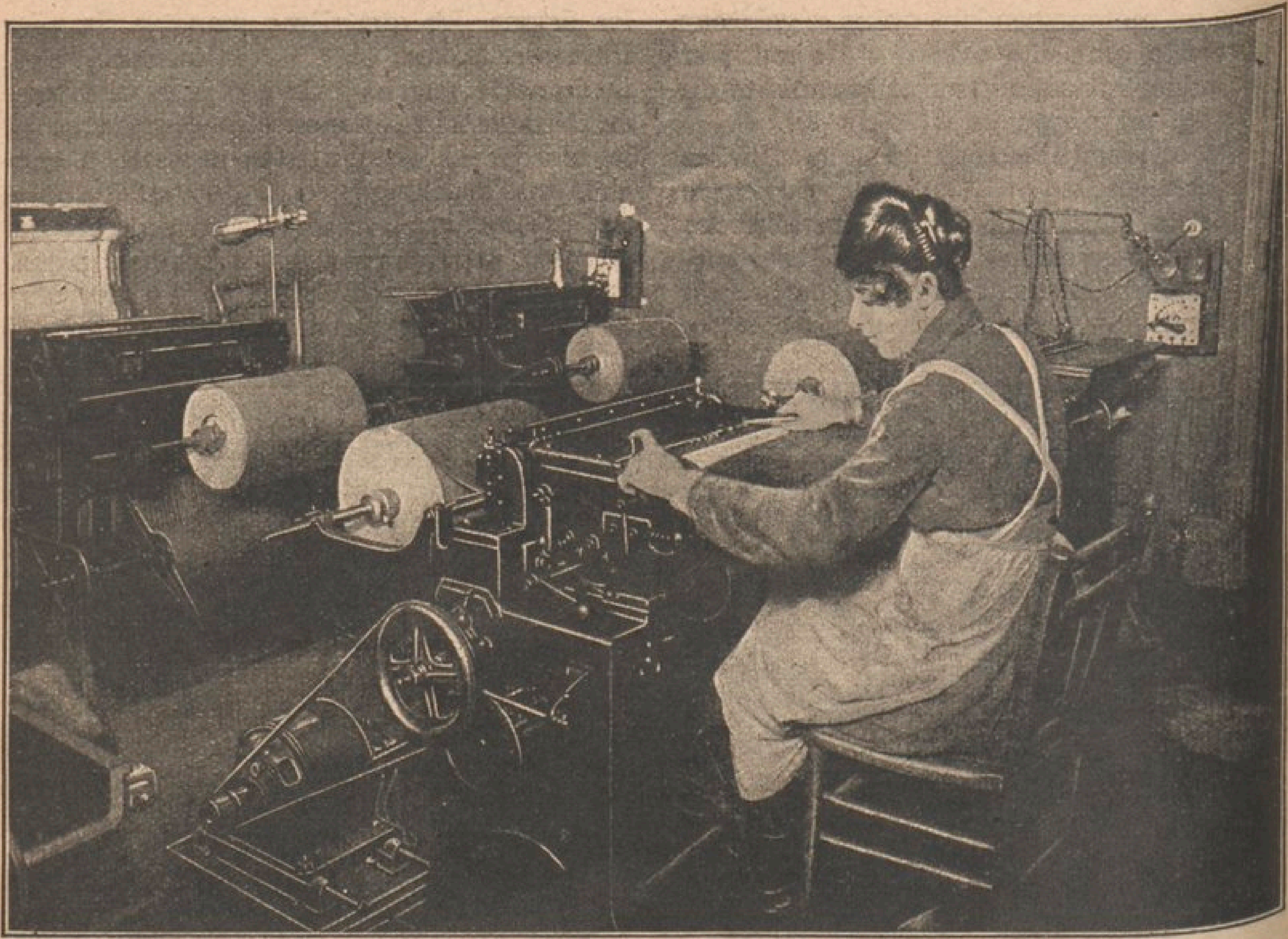
La bande-type, après la perforation, est essayée sur le piano automatique; et l'artiste y signale au crayon les erreurs ou les imperfections. Il y note également, au crayon de couleur, les indications de nuance ou de mouvement qui doivent être obtenues par le jeu des manettes de l'instrument

chaînes correspondant très exactement aux supports des rouleaux de papier.

Tel est le dispositif mécanique qui permet d'exécuter, sans avoir jamais appris à jouer du piano, un morceau de musique quelque difficile qu'il soit. Pour le compléter et pour permettre à la personne qui en joue de faire rendre à cette musique toutes les nuances possibles, de lui imposer en quelque sorte son goût et son sentiment personnels, on a disposé, devant le clavier, certaines manettes, dites d'expression. Ces manettes sont au nombre de quatre. La première, à gauche, fait agir la pédale *sostenuto;* la deuxième permet d'adoucir les basses du piano, la troisième,

régler le déplacement de cette manette.

Tous les mouvements de cette manette sont transmis à une aiguille qui se déplace sur un cadran gradué, dont les numéros correspondent à ceux qui sont imprimés sur le rouleau de musique. Toutefois, ces indications ne sont pas rigoureuses ; elles donnent simplement une idée de l'allure générale. Il faut une certaine pratique de l'instrument pour savoir se servir des différentes manettes et aussi pour manœuvrer les pédales, qui jouent un rôle important dans les effets que l'on veut obtenir, suivant la vitesse du mouvement qu'on leur donne, les attaques brusques ou les ralentissements.



MACHINE SPÉCIALE SERVANT A LA PERFORATION DU CARTON MUSICAL

En face de chaque perforation de la bande-type passant devant elle, l'ouvrière pousse à la main une broche qui, par une série de renvois mécaniques, vient faire une perforation équivalente dans une bande de carton qui se déroule d'autre part. Ce travail est aussi important que délicat.

La perforation des rouleaux de papier qui, en se déroulant devant la flûte de Pan, permettent d'exécuter tel ou tel morceau de musique, constitue une industrie spéciale qui, jusqu'à présent, en France, est le monopole d'une seule et unique maison parisienne.

Le morceau de musique à transcrire passe des mains du compositeur en celles d'un spécialiste, artiste lui-même et exécutant, dont la tâche consiste à mesurer en quelque sorte au millimètre la longueur des mesures qui doivent tenir sur la bande de papier. Il est certains morceaux, de grande importance, qui comportent des rouleaux de 25 mètres.

Ces indications sont remises à l'ouvrière qui dirige la machine à écrire. Cette machine est munie de divers rouleaux commandés par des engrenages entre lesquels se déroule la bande de papier. Ce papier, qui est légèrement transparent, passe sur une tablette portant en couleurs nettement tranchées la reproduction exacte du clavier, notes blanches et notes noires, qui se composent de soixante-neuf, soixante-treize ou quatre-vingt-huit, d'après l'importance du piano.

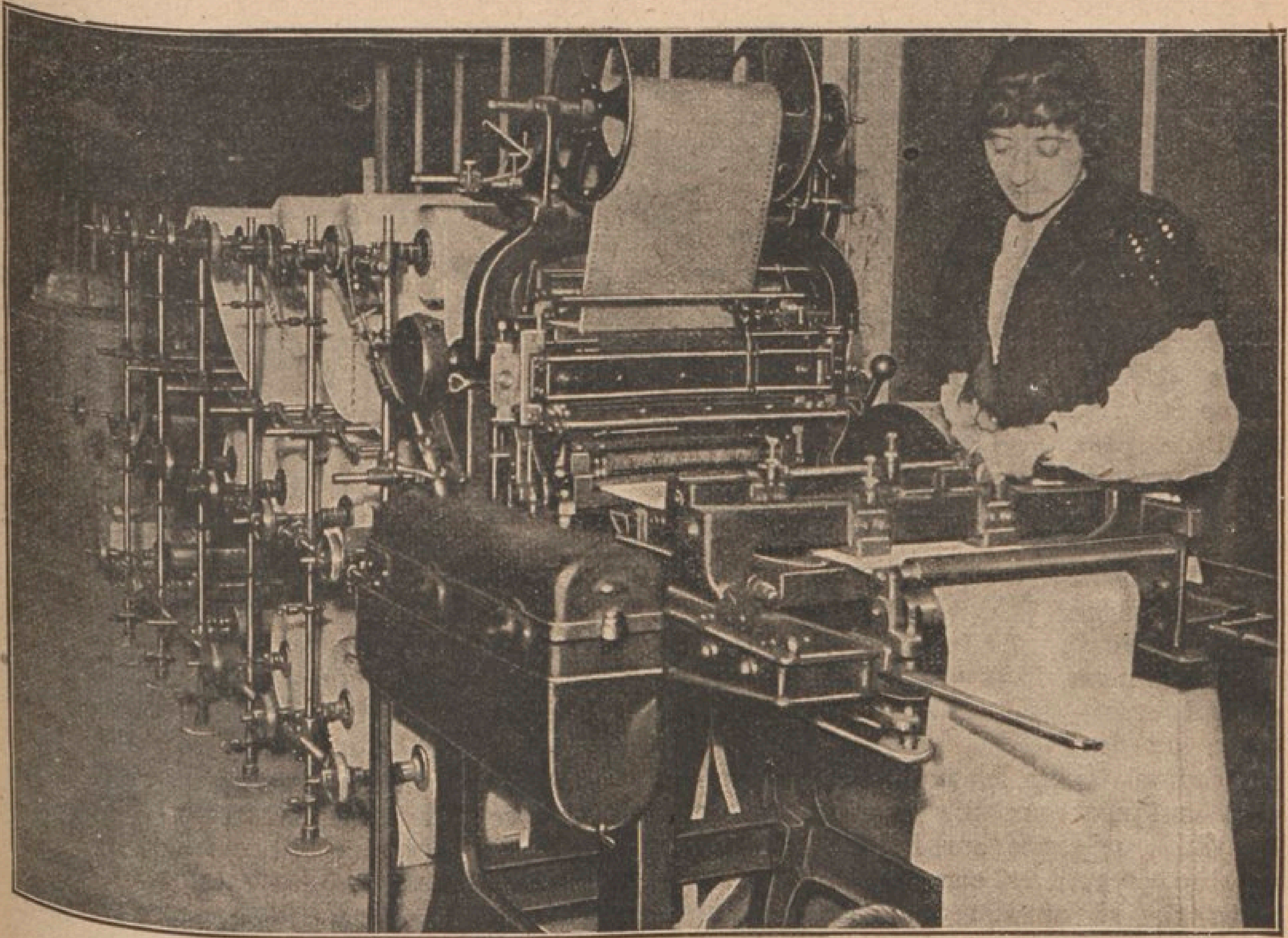
Suivant l'indication donnée, l'ouvrière sait que telle mesure ne doit pas dépasser 30 millimètres ; elle tracera donc sur le papier deux traits parallèles à la distance voulue de 30 millimètres l'un de l'autre, et dans cet espace, elle marquera au crayon les notes de la musique à leur place correspondant à la touche du clavier visible en transparence. Ces traces au crayon sont des points ou des traits plus ou moins longs. Dans une mesure à trois temps, une blanche pointée comptant toute la mesure, le trait au crayon sera de 30 millimètres, tandis que, dans cette même mesure, qui pourrait compter seize quadruples croches, ces dernières seraient représentées par seize points.

Ces différentes divisions s'obtiennent à l'aide de disques numérotés et de roues d'engrenages que l'on peut varier suivant la musique à écrire. On compte vingt-trois roues différentes qui donnent des mesures depuis 28 jusqu'à 54 millimètres de hauteur. Si le morceau à exécuter exige une marche encore plus lente, on multiplie aussitôt les tours de ces roues de la quantité convenable

Quand un morceau se trouve ainsi inscrit sur une première bande de papier, on transporte celle-ci à la machine à perforer, que l'on nomme aussi « typeuse », parce qu'elle fournira le modèle type destiné à préparer la matrice. Ici, la bande de papier se déroule de gauche à droite sous un appareil qui comporte deux poinçons, l'un perforant un simple trou, l'autre perforant une petite bande de quatre millimètres environ. Quand un point au crayon passe, d'un coup de pédale l'ouvrière fait abaisser le premier poinçon ; quand il s'agit d'une note tenue représentée par un trait plus ou moins long, c'est le deuxième poinçon qui s'abaisse autant de fois qu'il le faut pour que la perforation corresponde à la longueur du trait au crayon. Un poinçon spécial, manœuvré à la main, perce, sur le côté de la bande, les trous qui permettront de détacher, en temps utile, la mélodie du morceau en livrant un plus grand passage d'air aux notes du chant.

La bande ainsi perforée revient alors à l'artiste qui corrige les erreurs et note, au crayon rouge ou bleu, les indications de mouvement, les *forte* et les *piani*. Sur les trous mal percés, on colle des bouts de papier, et il faut recommencer la perforation.

Pour faire la matrice, c'est-à-dire pour perforer la feuille de carton à l'aide de laquelle on pourra tirer de nombreux exemplaires de cette bande de musique, de même qu'avec un cliché négatif, en photographie, on tire des quantités d'épreuves positives, on se sert d'une troisième machine spéciale. La bande type se déroule sur une planchette et présente ses perforations devant une série de broches métalliques que l'ouvrière fait avancer à la main devant chaque perforation ; cette broche correspond à une languette métallique qui porte une encoche. Dans la série de ces encoches, une barre d'acier formant marteau vient frapper à coups répétés et rapprochés : tant que le marteau tombe dans l'encoche, son action est sans effet, mais quand la broche est avancée, amenant l'encoche avec elle, la barre rencontre la partie plus élevée de la languette métallique et l'enfonce. Par suite de ce mouvement, qui est tout à fait automatique, une tige vient perforer symétriquement le carton qui se déroule au dessous.



L'OUVRIÈRE PROCÈDE ICI A LA PERFORATION DES BANDES DE PAPIER

A l'aide de la bande de carton servant en quelque sorte de matrice, et que l'on voit se dérouler au-dessus de l'appareil, on peut perforer jusqu'à treize bandes de papier en même temps. Ce travail, malgré le soin minutieux qu'il exige, s'effectue avec autant de sûreté que de rapidité.

La matrice est alors portée sur une quatrième et dernière machine où elle permettra d'obtenir simultanément jusqu'à treize bandes. Le dispositif, un peu compliqué, de cette machine, consiste en une sorte de peigne métallique dont les dents viennent appuyer contre la bande matrice. Quand une perforation se présente devant une dent du peigne, celle-ci s'enfonce et commande un poinçon correspondant qui vient à son tour perforer d'un seul coup les treize bandes de papier qui se déroulent au-dessous de ce poinçon.

Puis, enfin, ces bandes sont étendues sur de longues tables, et, à l'aide de tampons, on y inscrit toutes les annotations que comporte le morceau.

La perforation des cartons pour orchestrophones procède à peu près de la même manière quoique plus simplement. Le type qui doit servir à l'établissement des bandes de carton perforé se place sur un grand tambour, au-dessus duquel toutes les notes de l'instrument sont indiquées sur une bande horizontale. Le tambour porte sur le côté un certain nombre de repères correspondant aux mesures de la musique et aux différentes subdivisions de cette mesure suivant qu'elle est à deux, trois ou quatre temps. Veut-on, par exemple, inscrire un ré naturel au deuxième temps d'une mesure à trois temps, on amène le tambour en regard du repère de ce deuxième temps, et, sur la bande horizontale, qui porte inscrite les notes de la gamme, on déplace un poinçon mobile jusqu'à ce qu'il soit au cran correspondant au ré indiqué sur la musique. Un coup de poinçon, donné à la main, imprime légèrement sur le carton la place où va commencer la note. S'il s'agit d'une noire, la longueur de cette note sera d'un tiers de la mesure, celle-ci étant à trois temps et comportant par conséquent trois noires. On fait donc tourner le tambour jusqu'au repère marquant la fin de la mesure et l'on donne un nouveau coup de poinçon ; la distance entre ces deux coups de poinçon est reliée par un trait au crayon ; c'est celle qu'il faudra perforer. On fera de même pour les autres notes.

MACHINE SERVANT A TRACER LA MUSIQUE SUR LES BANDES DE CARTON POUR ORCHESTROPHONE

La bande est posée sur un tambour gradué suivant la valeur des notes et la longueur des mesures. Sur la règle horizontale, au-dessus, sont inscrites les notes du clavier.

Il existe des pianos qui enregistrent eux-mêmes la musique que l'artiste exécute. Chaque touche du clavier est reliée électriquement avec un appareil qui correspond, en quelque sorte, à la machine que nous avons décrite plus haut et qui sert à noter au crayon les trous à perforer. Cet appareil fait mécaniquement ce que nous avons indiqué comme se faisant à la main. Mais la musique, reproduite de la sorte, fait entendre un morceau joué par tel ou tel artiste plus ou moins célèbre ; elle ne permet pas de donner à ce même morceau le sentiment personnel de celui qui actionne pédales et manettes.

A. Corbières.

COMMENT LES BATEAUX ALLEMANDS INTERNÉS A L'ÉTRANGER FURENT SABOTÉS PUIS RÉPARÉS

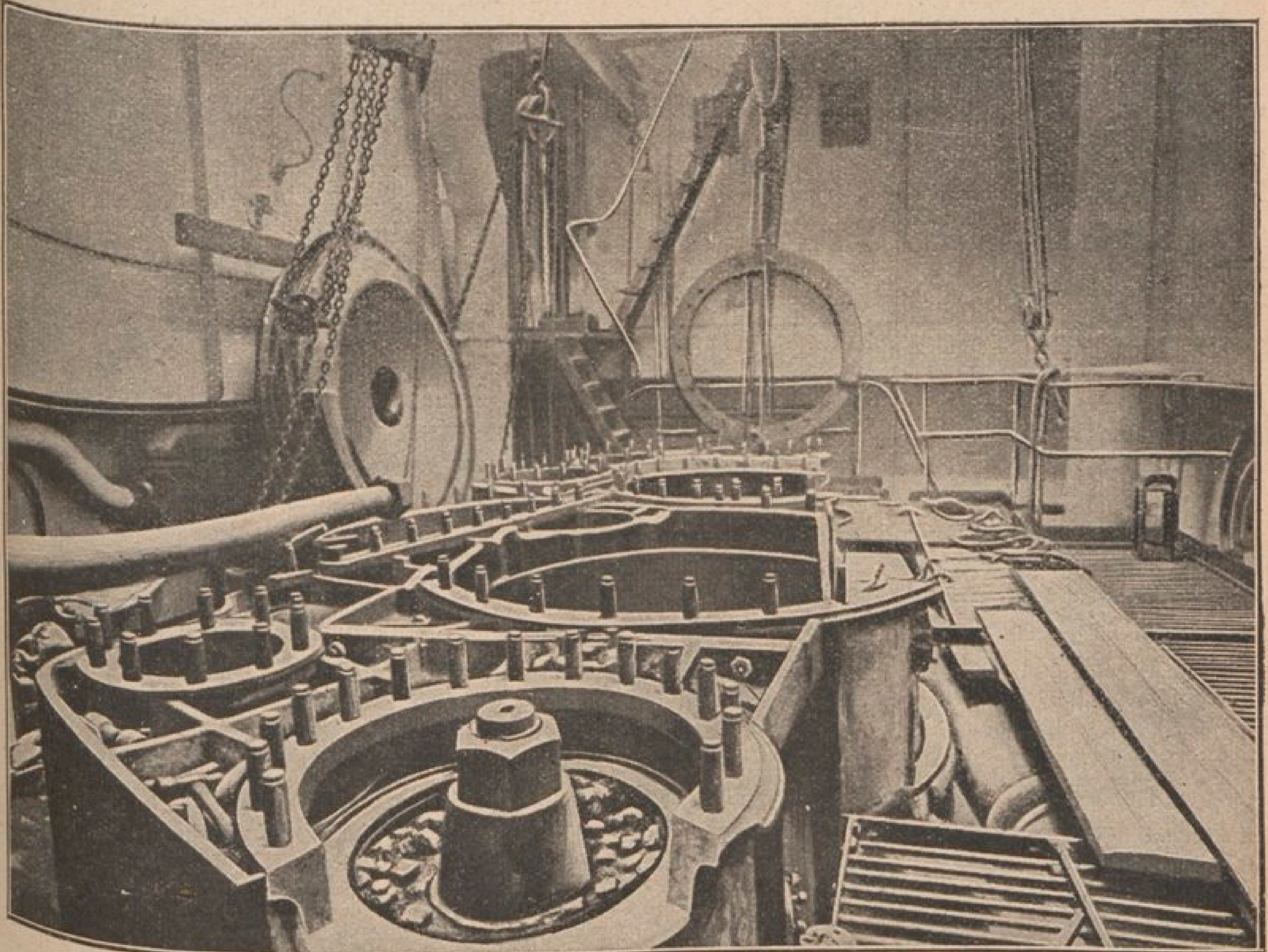
Par Marcel GIRARDEAU

Au moment de la déclaration de la guerre, prévue et préparée à l'avance à Berlin avec le plus grand soin, un grand nombre de navires allemands de fort tonnage se trouvaient éloignés de leurs ports d'attache, aux Etats-Unis, au Brésil, etc.

Afin d'empêcher qu'ils fussent pris par les croisières alliées au cours de leur voyage de retour, les autorités maritimes allemandes avaient prescrit aux compagnies de navigation de réunir leurs bâtiments dans certains ports, alors neutres, où ils étaient présumés devoir rester en sûreté jusqu'à la fin des hostilités. On croyait, de l'autre côté du Rhin, que la guerre serait très courte et qu'aucune puissance neutre n'aurait donc le temps de se déclarer contre l'Allemagne.

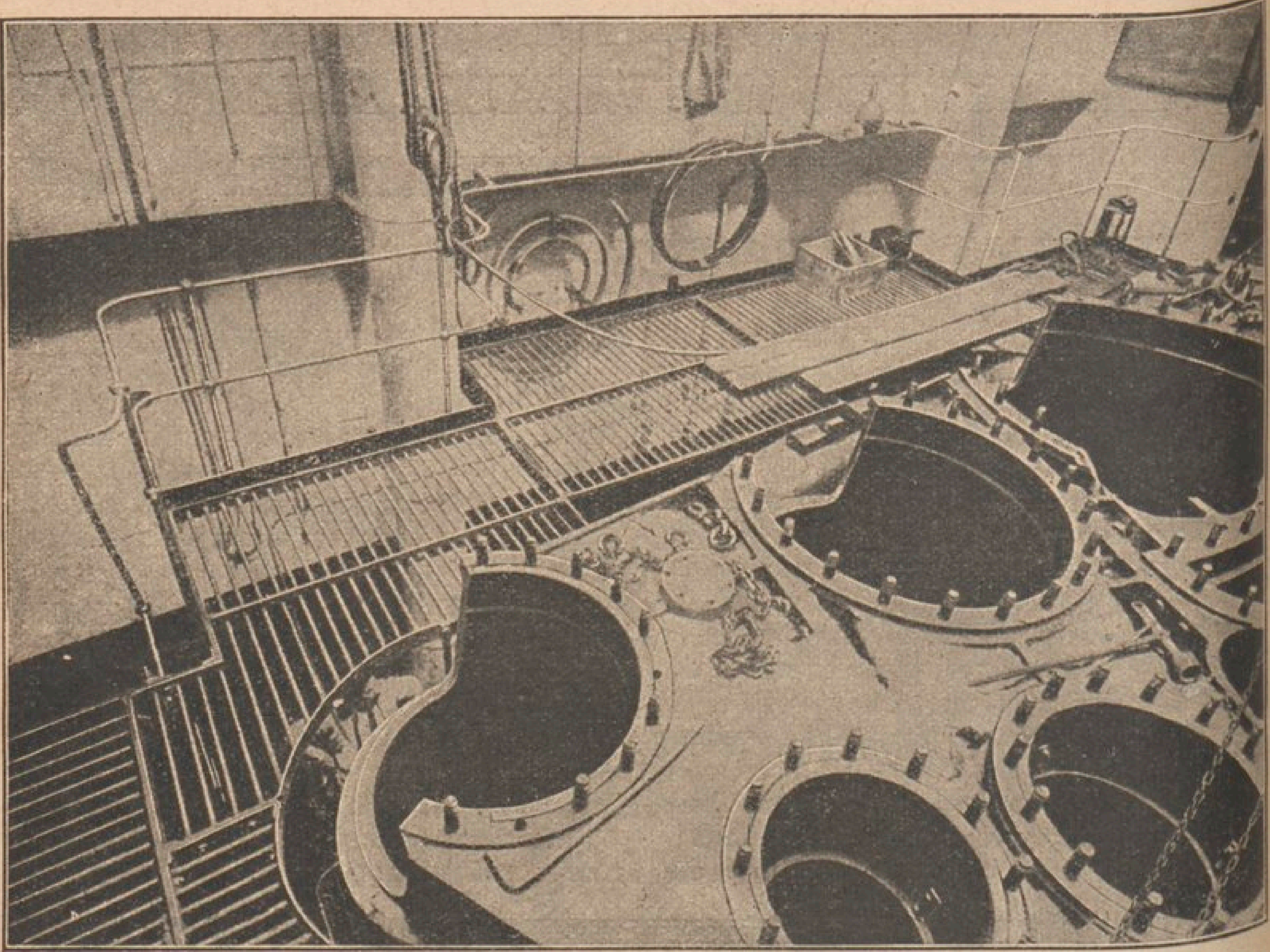
Les Etats-Unis et le Brésil paraissant offrir toutes garanties au point de vue de leurs dispositions amicales, 32 navires, représentant plus de 200.000 tonnes, avaient été groupés à New-York et 10 à Santos.

Mais, ainsi que beaucoup d'autres prévisions allemandes, celle de la neutralité des républiques américaines ne se réalisa pas jusqu'au bout. Dès que les Offices impériaux de la Marine et des Affaires étrangères furent prévenus par leurs agents officiels



CYLINDRES DÉTÉRIORÉS DU VAPEUR « BEAPENDY », EX-« TIJUCA »

Vue prise à l'arrière du cylindre à haute pression, qui est déjà partiellement réparé. Trois tiroirs cylindriques ont disparu, et le tiroir plan à basse pression a été enlevé pour paralyser les machines.



VUE DES CYLINDRES INTERMÉDIAIRES DU VAPEUR « BAEPENDY », EX-« TIJUCA »
Cette photographie, prise d'arrière en avant, montre les pièces que les mécaniciens allemands ont fait sauter, dans les enveloppes et les chemises de vapeur des cylindres, au moyen de cartouches de dynamite.

ou secrets que l'opinion publique se tournait contre l'Allemagne de l'autre côté de l'Atlantique, des ordres furent donnés aux équipages allemands, qui avaient été maintenus à bord des bâtiments internés, en vue de mettre ces derniers hors d'état de prendre la mer pour le compte des puissances alliées.

Afin de réduire au strict nécessaire l'étendue de ces avaries volontaires, on les limita aux pièces de machines pour lesquelles il existait des rechanges ou des modèles de fonderie en Allemagne, mais dont le remplacement à l'étranger offrait de sérieuses difficultés et devait exiger de très longs délais.

Les Allemands se réservaient ainsi la possibilité de remettre, au besoin eux-mêmes, rapidement leurs transatlantiques et leurs cargo-boats en service, en expédiant à New-York un chargement comportant toutes les pièces neuves de forge et de fonderie nécessaires : cylindres, pistons, bielles, etc...

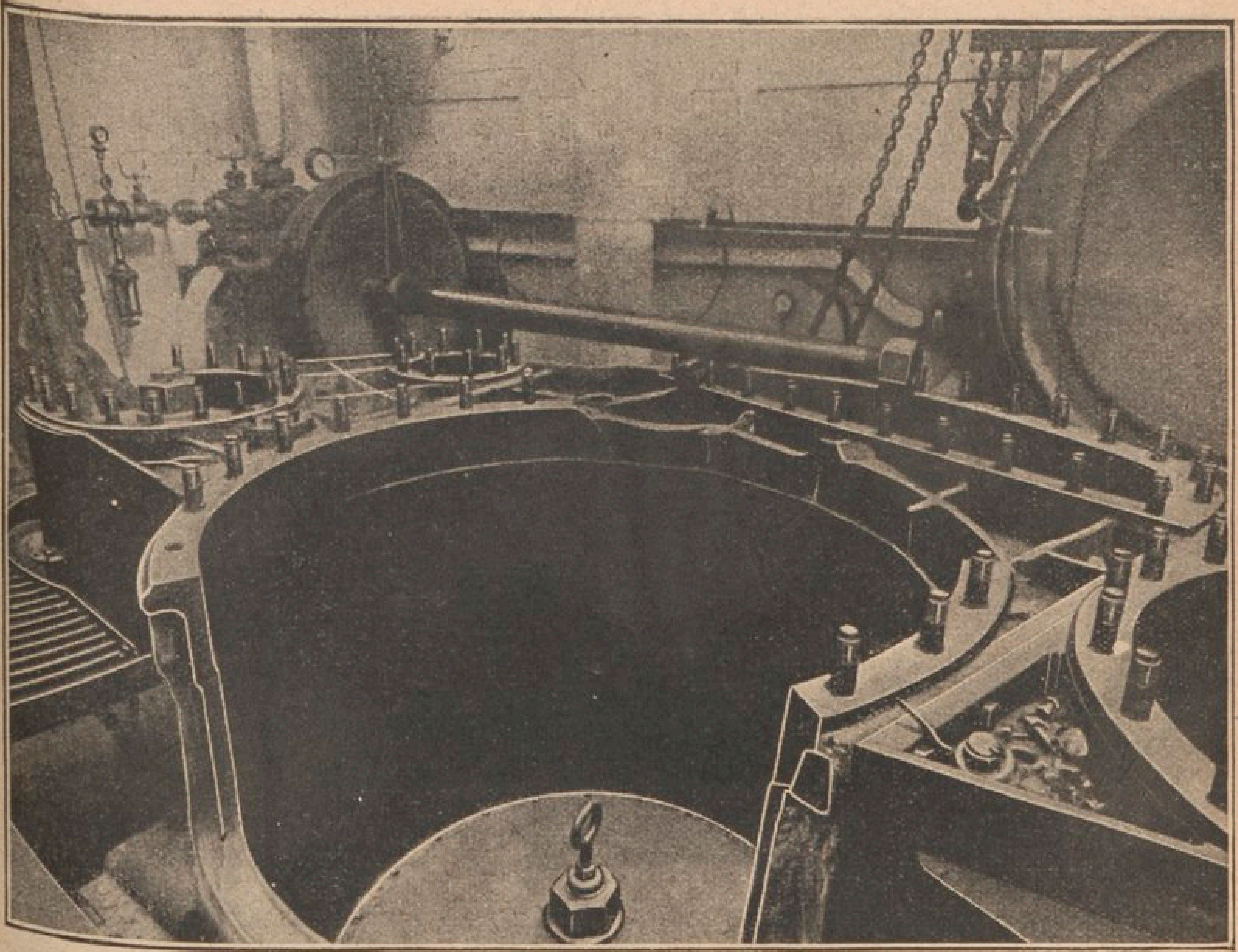
C'est, en effet, sur les cylindres et sur leurs organes de distribution ou de transmission de force que s'exercèrent les graves déprédations prescrites aux équipages allemands.

A New-York se trouvaient réunis quelques-uns des plus somptueux transatlantiques de la Compagnie Hambourgeoise américaine et du Lloyd Brémois : *Vaterland, Kaiser Wilhelm II, Kœnig Wilhelm II, President-Lincoln, President-Grant, G. Washington.* Ce dernier a transporté en Europe M. Wilson.

En 1917, l'Entente mit la main sur un certain nombre de ces navires, et l'on s'employa à les réarmer pour les mettre à la disposition de la marine des Etats-Unis, qui devait s'en servir comme de transports.

On fit un large emploi de la soudure autogène pour réparer les cylindres et les autres organes avariés sur quinze des bâtiments dont les machines avaient été paralysées.

Le *Vaterland* est le plus vaste de tous ces navires et celui dont la machinerie présente la plus grande complication, car il est propulsé par quatre hélices actionnées au moyen de turbines à vapeur Parsons qu'alimentent quarante-six chaudières Yarrow. La machinerie correspondant à la marche arrière était seule endommagée, plutôt, semblait-il, faute de soin et d'habileté professionnelle, que par intention de nuire, car il fut établi que le *Vaterland* avait terminé son dernier



DESTRUCTION DE L'ÉCHAPPEMENT ENTRE LES CYLINDRES A HAUTE ET BASSE PRESSION

C'est également à l'aide d'une cartouche de dynamite que ce sabotage a été effectué. La réparation de cette avarie particulièrement grave a demandé beaucoup de temps ; il a fallu fondre une pièce puis la souder.

voyage avec trois hélices seulement et à vitesse réduite. Cependant on découvrit que des trous avaient été percés dans la tuyauterie de certaines pompes de cales et dissimulés avec du minium. On avait jeté dans les cales les chapeaux des presse-étoupes des tubes d'étambot, dont les compartiments étaient littéralement remplis d'eau saumâtre.

Les fissures de l'enveloppe de la turbine de marche arrière, haute pression, côté bâbord, furent réparées au moyen d'un outillage spécial de soudure électrique.

La même méthode fut appliquée à quatorze autres navires avec le plus grand succès, malgré la gravité de certaines avaries.

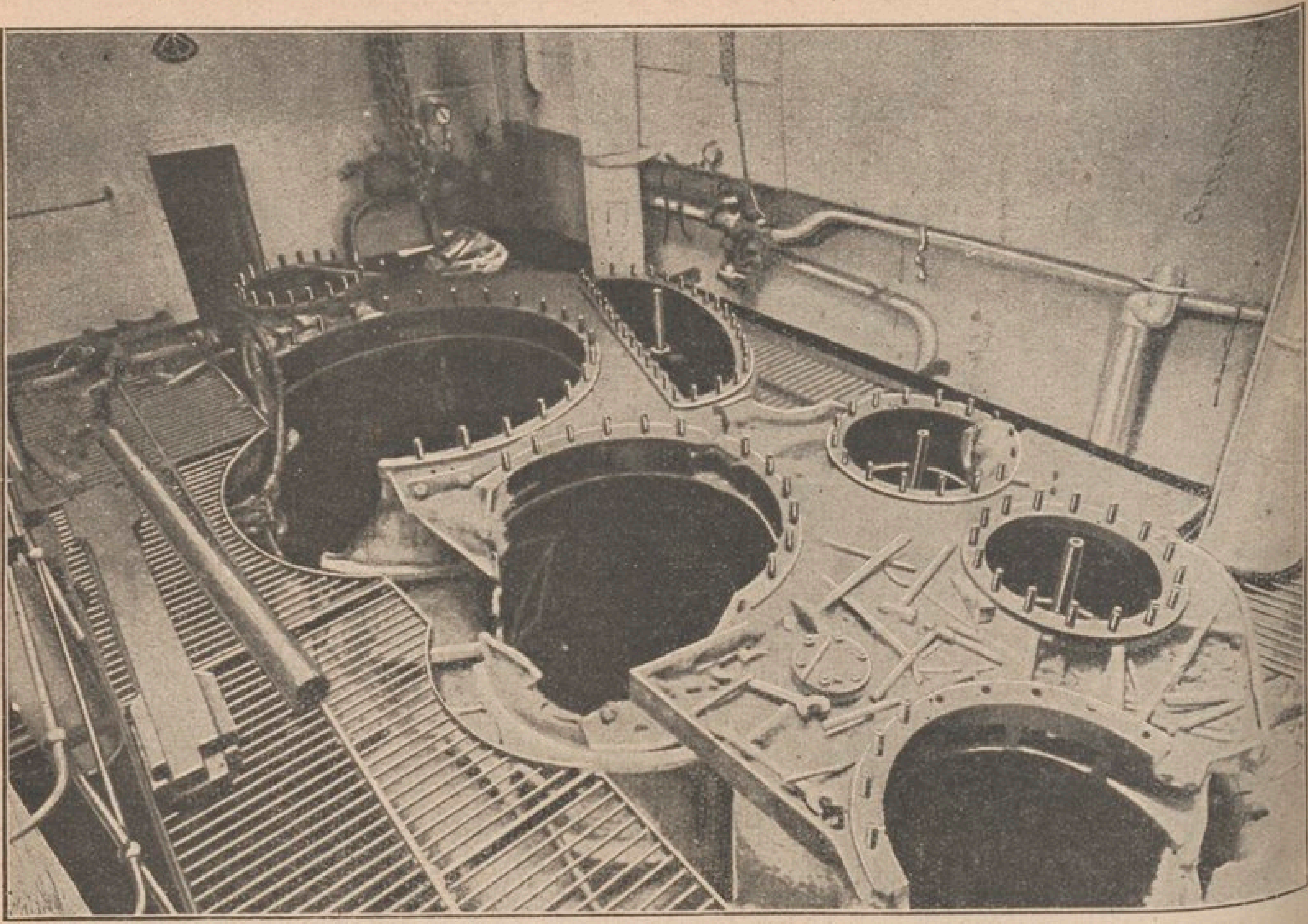
A cet effet, le photographe officiel de la Compagnie du Chemin de fer *New-York Central* prit des vues des machines, et l'on exécuta des dessins très précis de toutes les fractures qui avaient, en général, été produites par l'explosion de cartouches d'un explosif très puissant, dynamite ou autre.

On essaya d'abord le procédé sur l'*Armenia*, dont les cylindres furent démontés et débarqués dans un arsenal, mesure qui fut reconnue inutile par la suite. Les ingénieurs du chantier n'avaient pas confiance dans les résultats de ce mode de réparation ; aussi l'équipe affectée au soudage électrique dut elle s'y reprendre à deux fois, parce que, lors de la première tentative, l'opérateur, gêné dans son travail par suite des mauvaises dispositions prises, n'avait pas pu réussir à atteindre facilement tous les points à souder.

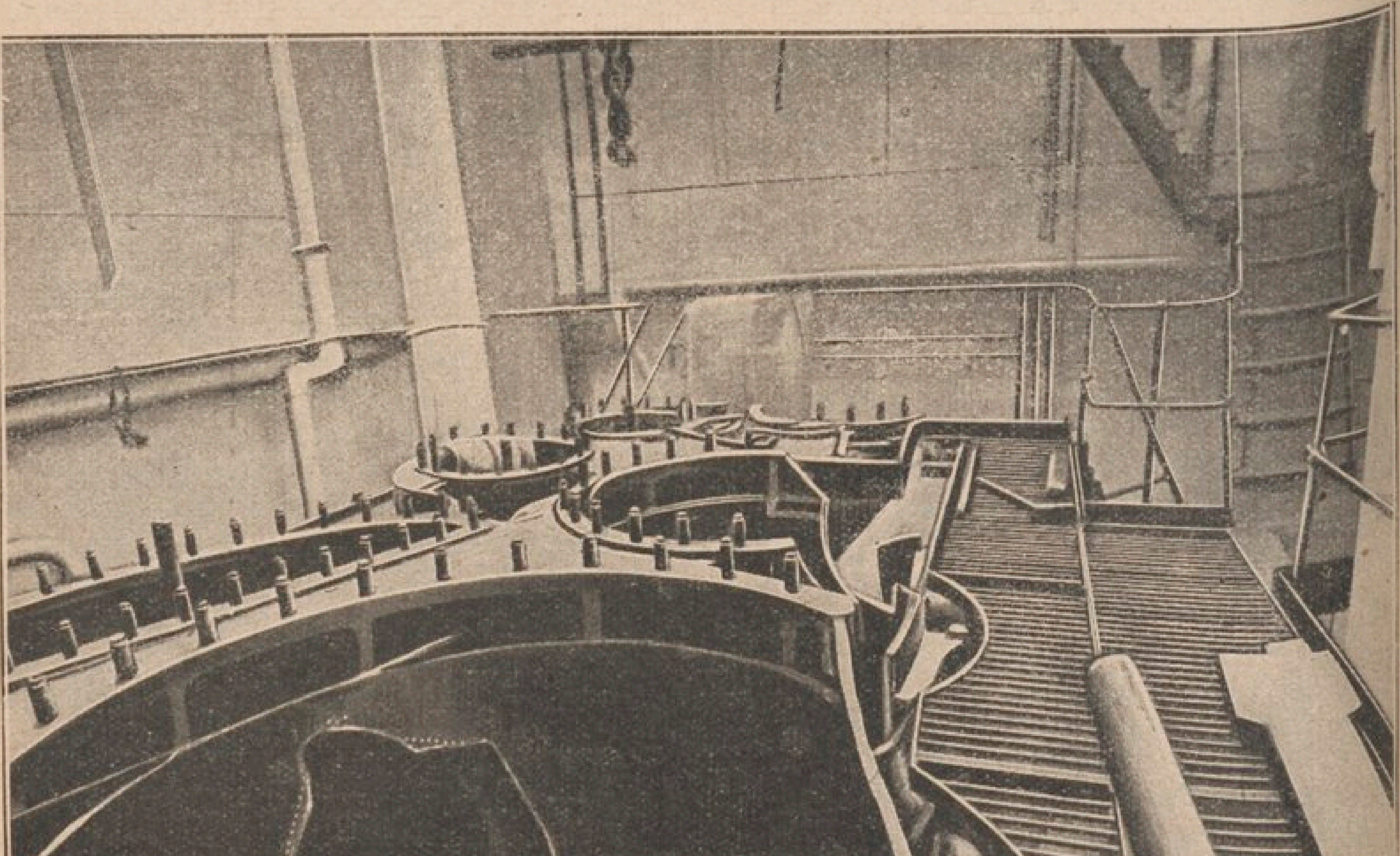
Finalement, les cylindres réparés purent supporter, sans traces de fuite, une pression supérieure de 75 % à celle du service courant. On put ainsi préparer des pièces de fonte ou d'acier moulé correspondant exactement aux déchirures constatées dans les cylindres et les souder en place. Cette manière de procéder est à la fois rapide et économique, puisqu'elle permet d'éviter, non seulement le démontage et le débarquement des cylindres, mais aussi l'établissement, long et coûteux, des modèles complets en bois indispensables pour les refondre en entier.

Il fut ainsi possible de remettre facilement en bon état de navigation quinze des navires internés à New-York, même le *Neckar* et le *Rhein*, dont les avaries étaient très graves.

La réparation des bâtiments qui étaient



VUE DES CYLINDRES DU STEAMER « ALFENAS », PRÉCÉDEMMENT « SAN-NICOLAS »



DÉCHIRURE VOLONTAIRE FAITE AU CYLINDRE A BASSE PRESSION DE L'« ALFENAS »

restés dans les ports du Brésil, était plus difficile que celle des bâtiments internés à New-York, à cause des ressources moindres dont on disposait dans l'Amérique du Sud pour le remplacement des pièces enlevées, ainsi que pour la remise en état des organes en fonte détériorés par le marteau ou l'explosion des fortes cartouches de dynamite.

Là aussi, les équipages réduits restés à bord avaient reçu d'Allemagne des ordres précis en vue d'immobiliser leurs navires en mettant les machines hors de service.

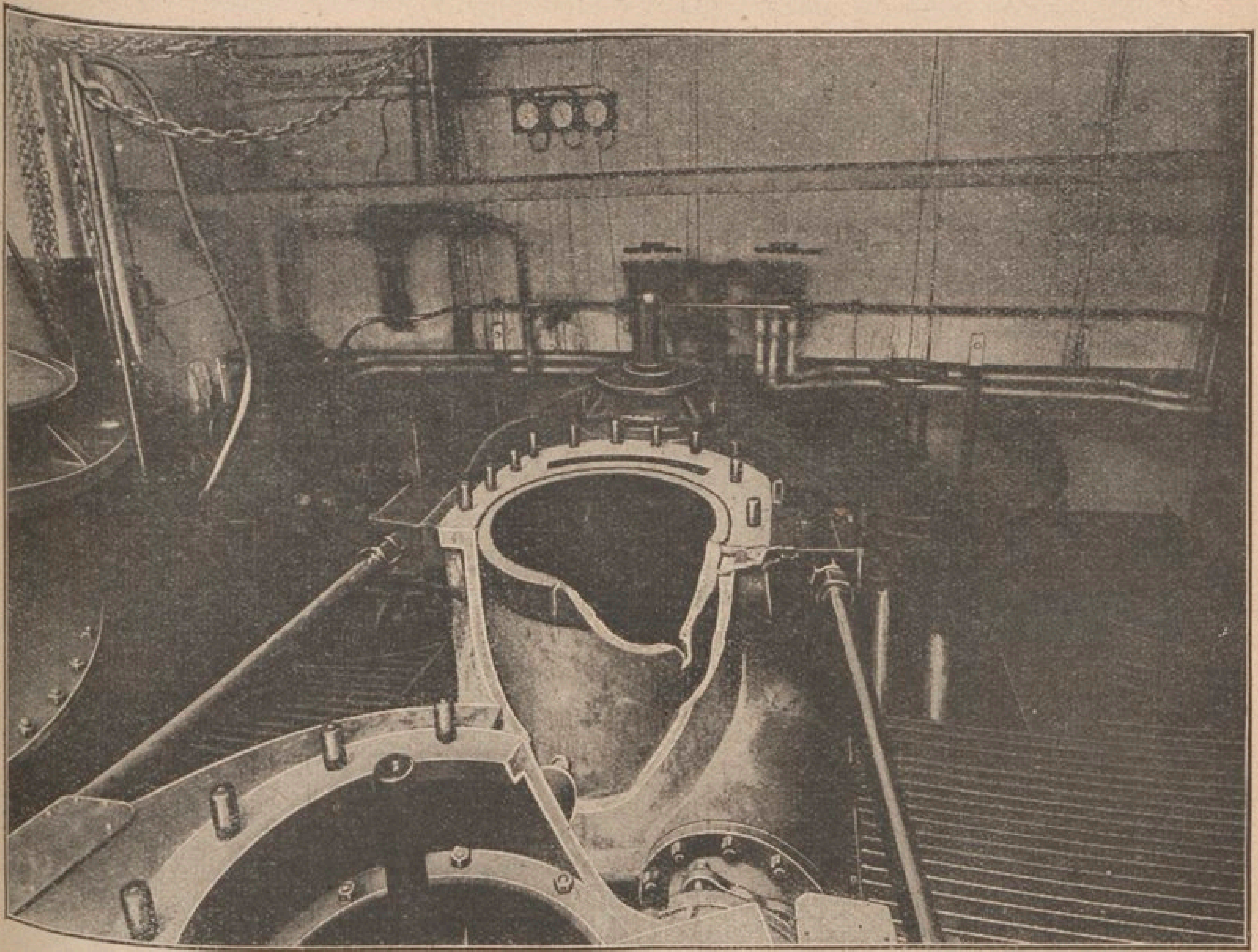
Les cylindres avaient volé en éclats et on avait trouvé des tiges de pistons brisées en morceaux sur d'autres navires; des grosses têtes de bielles, pesant 380 kilogrammes chacune, avaient été enlevées, de même qu'étaient disparus des tiroirs plans ou cylindriques, des soupapes de distribution et des organes vitaux appartenant aux pompes d'alimentation des chaudières.

Malgré les difficultés que présentait la remise en état de machines marines dans des ports manquant de chantiers spéciaux, on n'hésita pas à entreprendre ce travail délicat, qui fut dirigé par des ingénieurs anglais appartenant aux usines frigorifiques du pays et à la Compagnie des Chemins de fer Paulista, dont les importants ateliers sont situés à Jundiahy, à 140 kilomètres de Santos.

Nos illustrations de la page précédente, représentent les fonds de cylindres brisés sur le vapeur *San-Nicolas*, devenu l'*Alfenas*. Sur le même navire, le cylindre à basse pression avait été avarié au moyen d'une cartouche de dynamite, qui avait déterminé une vaste déchirure dans la chemise intérieure, au niveau de la boîte à tiroirs, déchirure qui paraissait absolument irréparable.

Les réparations à bord de l'*Alfenas* exigèrent deux mois de travail et donnèrent d'excellents résultats ; cependant, avant de procéder aux essais en route libre, on fit tourner les machines pendant trois heures à 120 tours à vide, l'arbre porte-hélice étant désembrayé.

Comme il fallait aller vite et que les ingénieurs chargés de la direction du travail n'avaient pas à leur disposition les appareils de soudure électrique dont on avait tiré un si heureux parti à New-York, les travaux de



BOITE A TIROIR CYLINDRIQUE BRISÉE SUR LE VAPEUR « ARACAJU », EX-« PERSIA »

L'enveloppe et la chemise intérieure ont sauté en même temps, ainsi qu'une partie notable du cylindre lui-même. Cette avarie était d'une gravité exceptionnelle.

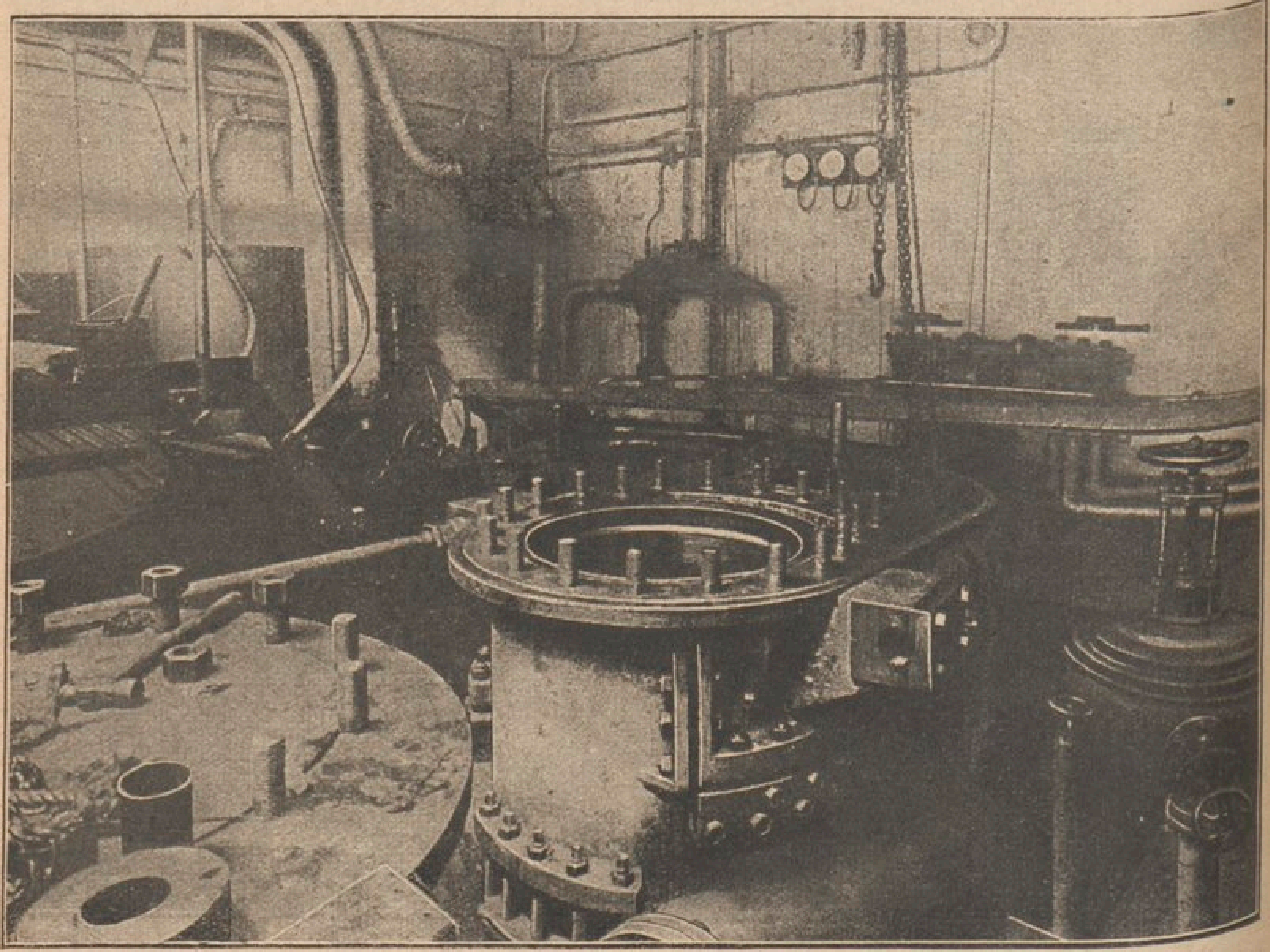
réfection furent effectués forcément suivant une méthode essentiellement mécanique.

Les bords des déchirures ayant été d'abord soigneusement parés au burin, on les boucha au moyen de pièces neuves boulonnées provenant de la fonderie des ateliers de Jundiahy. Après la mise en place définitive de ces morceaux de fonte, dont les bords extérieurs s'appliquaient exactement à l'intérieur des trous qu'il s'agissait d'obturer, on passait l'alésoir pour supprimer les bavures.

Sur le *Baependy* (ex-*Tijuca)*, on mit dix jours entiers à nettoyer les bords des trous du cylindre à haute pression et à fixer les pièces nécessaires pour les boucher.

La photo de la page 233, montre la déchirure pratiquée dans le cylindre à basse pression de ce navire. La réparation de cette avarie demanda un temps considérable.

Les ingénieurs de la Compagnie Paulista purent faire fondre à Jundiahy des tiroirs plans neufs pour le vapeur *Aracaju*, ex-



ASPECT D'UN RÉPARATION DE CYLINDRE SUR L'« ARACAJU », EX-« PERSIA »
Au moyen de boulons, on a rapporté exactement sur les déchirures des pièces fondues dans les ateliers des chemins de fer de la Compagnie Paulista, à Jundiahy, dans l'Etat de Santos (Brésil).

La pratique acquise à la suite d'un ou deux essais suggéra ensuite une méthode plus simple, qui consistait à présenter les pièces servant aux réparations et à les mettre en place. On les démontait ensuite, après un repérage très précis, et on les alésait à l'atelier au moyen d'une barre spéciale fixée entre les pointes d'un tour à roues de locomotives sur le banc duquel elles étaient assujetties par des boulons. Après tournage, on remettait la pièce en place, et il suffisait de faire disparaître les bavures avec une petite meule portative à air comprimé pour obtenir des joints suffisamment étanches.

Persia, travail délicat qui exigea l'exécution de modèles en bois neufs, au moyen de dessins rétablis d'après les débris de ces organes.

A San Francisco était interné le *Pommern*, qui ne put être remis en service pour le compte de la marine des Etats-Unis, sous le nom de *Rappahannock*, qu'après le remplacement de trois chaudières sur quatre. Les Allemands qui formaient l'équipage avaient allumé les feux dans ces générateurs sans les remplir d'eau, et ils avaient complété leur œuvre de destruction en faisant fondre le métal des foyers avec de la thermite.

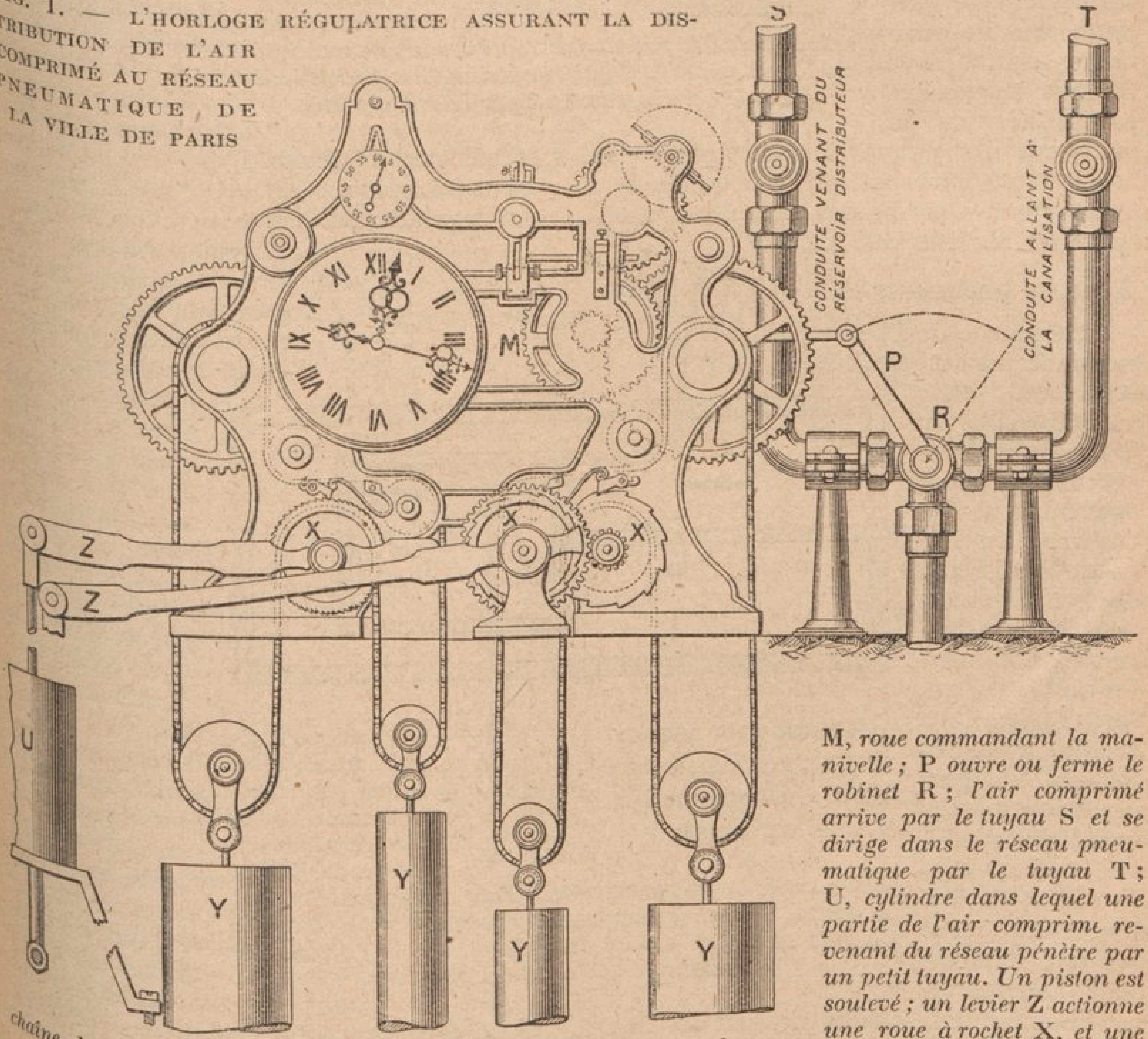
MARCEL GIRARDEAU

LA TRANSMISSION DE L'HEURE DANS LES VILLES

Par R. CHEVALIER
INGÉNIEUR E.P.C.I.

Ce problème, dont l'intérêt n'est plus à démontrer, a été réalisé de deux manières différentes par l'emploi de deux énergies concurrentes : l'air comprimé et l'électricité. L'un et l'autre procédé ont donné d'excellents résultats, mais les conditions atmosphériques exercent sur les appareils récepteurs une influence qui n'est pas sans occasionner certains troubles que l'on inscrit, bien à tort, au compte du mécanisme ou à celui de l'agent transmetteur. Il ne faut pas oublier que les horloges sont des appareils délicats, s'accommodant mal des régimes de pluie, de brouillard, qui leur sont imposés et qui, à la longue, finissent par avoir raison de la régularité de marche. De temps à autre, quelque horloge publique s'arrête et le passant, mécontent de ne pas trouver l'heure

FIG. 1. — L'HORLOGE RÉGULATRICE ASSURANT LA DISTRIBUTION DE L'AIR COMPRIMÉ AU RÉSEAU PNEUMATIQUE DE LA VILLE DE PARIS



M, *roue commandant la manivelle ;* P *ouvre ou ferme le robinet* R ; *l'air comprimé arrive par le tuyau* S *et se dirige dans le réseau pneumatique par le tuyau* T ; U, *cylindre dans lequel une partie de l'air comprimé revenant du réseau pénètre par un petit tuyau. Un piston est soulevé ; un levier* Z *actionne une roue à rochet* X, *et une chaîne de Galle fait remonter au sommet de leur course les contrepoids* Y. *Il y a, dans cette horloge régulatrice distribuant l'air comprimé, deux cylindres* U *et quatre contrepoids* Y.

à sa place habituelle, s'insurge contre les appareils, les concessionnaires, l'administration municipale, contre tous les rouages sociaux d'un progrès, en somme très réel. Un peu plus de bienveillance permettrait de juger sainement de la valeur des procédés.

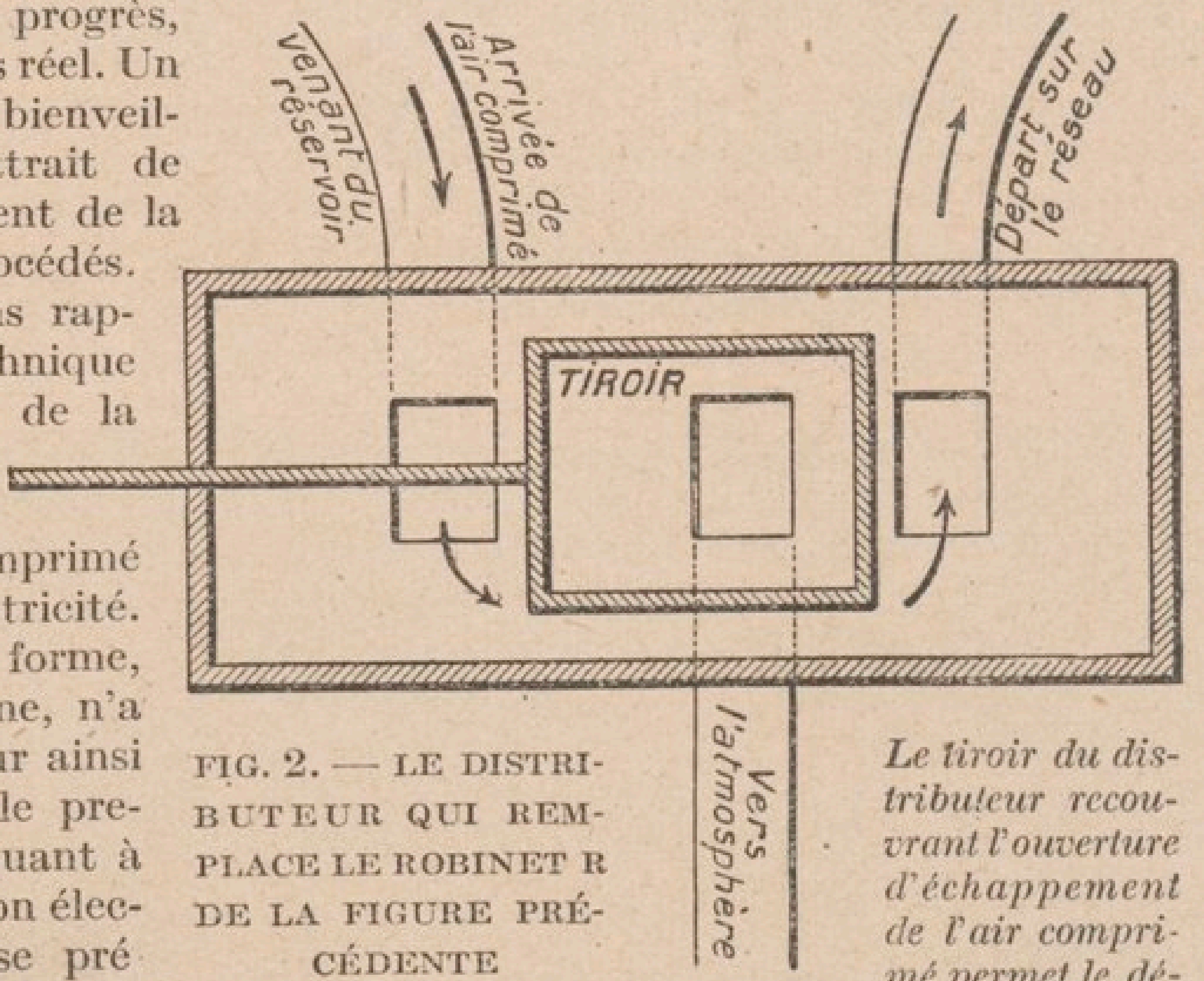


FIG. 2. — LE DISTRIBUTEUR QUI REMPLACE LE ROBINET R DE LA FIGURE PRÉCÉDENTE

Le tiroir du distributeur recouvrant l'ouverture d'échappement de l'air comprimé permet le départ de l'air à la pression de 750 grammes de se diriger sur le réseau des horloges réceptrices. Les flèches indiquent le chemin parcouru par l'air comprimé.

Nous allons rappeler la technique du problème de la transmission de l'heure par l'air comprimé et par l'électricité. La première forme, déjà ancienne, n'a pas varié pour ainsi dire depuis le premier jour; quant à la transmission électrique, elle se présente sous de nombreux aspects avec de très ingénieuses combinaisons qui marquent des progrès incontestables dont nos lecteurs vont pouvoir, par ce que nous allons en dire et d'après nos illustrations, apprécier toute la valeur.

L'heure pneumatique.

La Centrale de l'heure pneumatique fut installée vers 1880, dans un immeuble de la rue Sainte-Anne, et les passants peuvent voir encore, au rez de chaussée de cet immeuble, les deux horloges distributrices du temps, qui fonctionnent à tour de rôle. Au sous-sol, de gros réservoirs reçoivent l'air comprimé à cinq kilogrammes, de l'usine de Bercy; cet air est détendu dans d'autres réservoirs pour ramener la pression de travail à 750 grammes, pression largement suffisante au fonctionnement des appareils. Deux détendeurs interviennent : l'un, branché sur la canalisation à cinq kilogrammes, ne laisse pénétrer dans le réservoir d'arrivée que de l'air à la pression de deux kilogrammes. De ce réservoir, une canalisation conduit l'air à un robinet automatique à mercure dont l'échappement est relié à deux autres réservoirs où la pression est maintenue normalement à sept cent cinquante grammes. C'est cette pression que le système de transmission automatique, commandé par l'horloge-mère, envoie dans tout le vaste réseau de canalisations commandant les horloges.

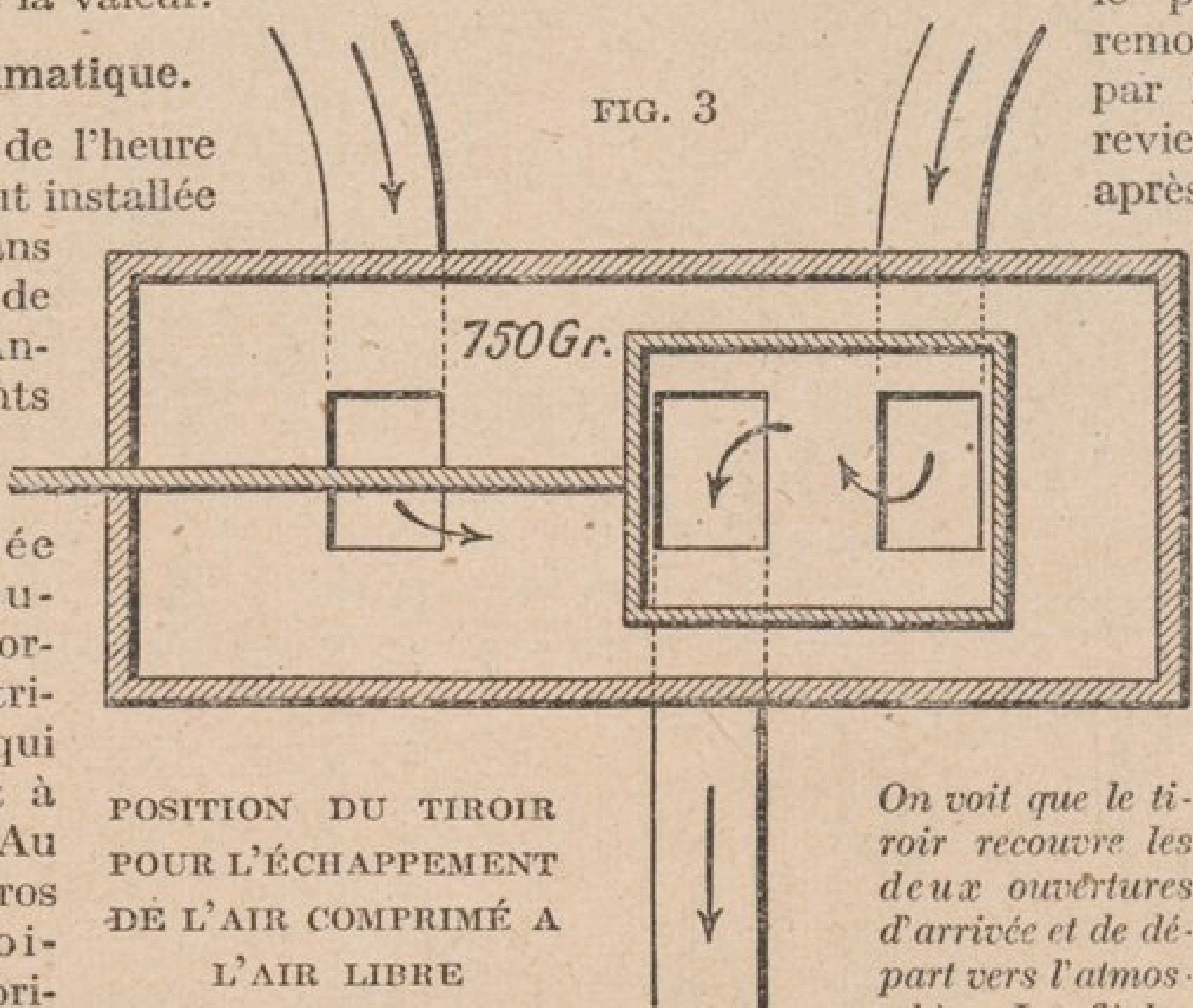


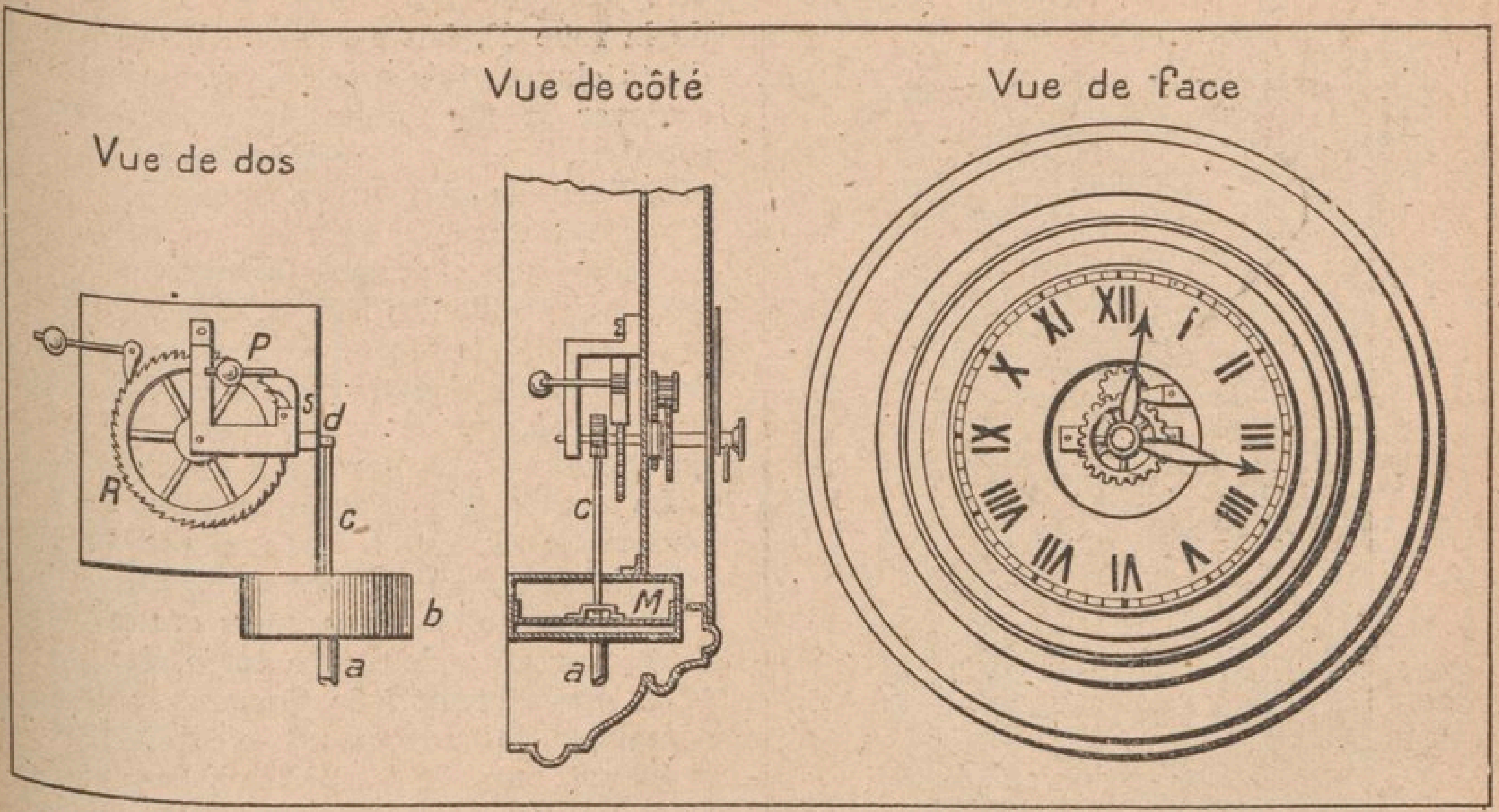
FIG. 3

POSITION DU TIROIR POUR L'ÉCHAPPEMENT DE L'AIR COMPRIMÉ A L'AIR LIBRE

On voit que le tiroir recouvre les deux ouvertures d'arrivée et de départ vers l'atmosphère. Les flèches indiquent le trajet parcouru par l'air comprimé. Pendant ce temps, le distributeur reste toujours ouvert à l'arrivée de l'air comprimé venant du réservoir à 750 grammes de pression, comme il est dit plus haut.

L'horloge régulatrice comporte deux mécanismes distincts. L'un, celui du mouvement d'horlogerie, est semblable à tous ceux des régulateurs à balancier et à contrepoids, le poids moteur étant remonté chaque minute par l'air comprimé qui revient des canalisations après avoir actionné les horloges réceptrices. L'autre, commandé par le premier par l'intermédiaire d'une came et d'une tringle, agit sur le tiroir distributeur de l'air comprimé (figure 1).

Le tiroir se meut dans une boîte isolée pourvue de trois ouvertures : l'une de ces ouvertures, constamment ouverte, admet l'air en permanence; cette boîte est donc constamment pleine d'air comprimé à sept cent cinquante grammes. Les deux autres ouvertures, rapprochées l'une de l'autre, sont destinées



FIGURES 4, 5 ET 6. — MÉCANISME INTÉRIEUR D'UNE HORLOGE RÉCEPTRICE

L'air comprimé arrive par le tuyau a, *pénètre dans le soufflet* b, *soulève le piston* M *(remplacé actuellement par une membrane de caoutchouc fermant la partie supérieure du cylindre* b*). Une tringle* c, *articulée en* d *à un levier portant un cliquet* S *muni d'un contrepoids* p, *fait avancer d'une dent une roue* R *à 60 dents. Cette roue entraîne l'aiguille des minutes, qui avance ainsi d'une minute à chaque impulsion. Un deuxième cliquet, à gauche en haut, dans la figure de gauche, empêche la roue de revenir sur elle-même après l'impulsion active qu'elle reçoit par la tringle* c.

l'une, celle du fond de la boîte, à l'envoi de l'air comprimé dans le réseau très étendue des canalisations, et l'autre à la détente; celle-ci s'ouvre purement et simplement sur l'atmosphère.

Le tiroir recouvre constamment l'ouverture de retour de l'air comprimé ; à aucun moment, par conséquent, la force motrice contenue dans la boîte ne peut être en relation avec l'échappement.

Pendant les vingt et une premières secondes de chaque minute, le tiroir, porté vers la gauche, ouvre la canalisation du réseau, l'air comprimé passe donc directement dans les tuyaux par la boîte distributrice. Ce temps est matériellement suffisant pour faire fonctionner les horloges réceptrices. Au bout de ces vingt et une secondes, et pendant une nouvelle période de vingt et une secondes, le tiroir distributeur est poussé en arrière par sa tringle, il établit une relation entre les deux ouvertures de départ et de retour de l'air comprimé. Celui-ci, qui a rempli ses fonctions, revient par l'ouverture de départ, passe par le tiroir et s'échappe finalement par la seconde ouverture.

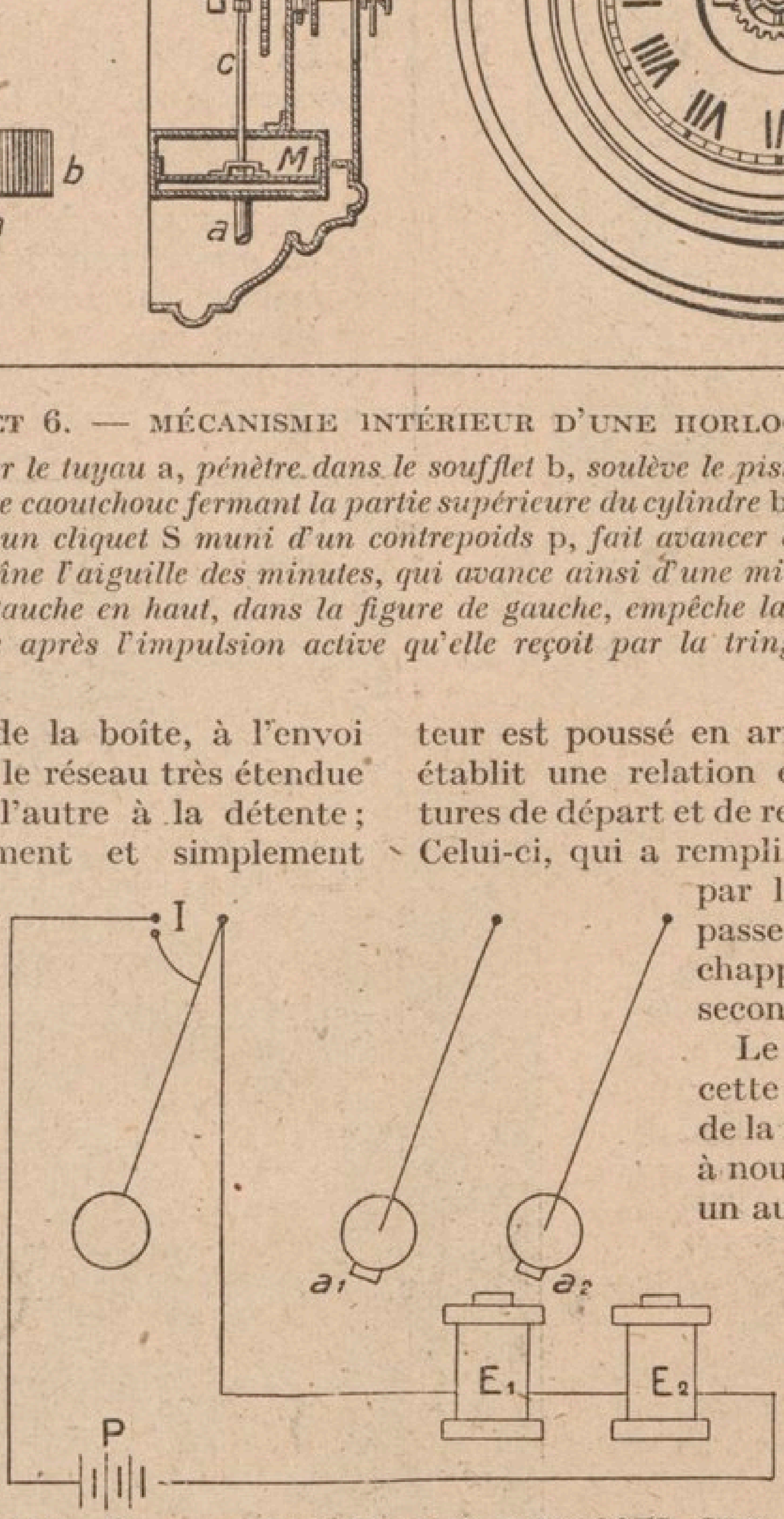


FIG. 7. — PRINCIPE DES HORLOGES SYNCHRONISÉES

I, *interrupteur ;* P, *pile fournissant le courant ;* E_1 E_2, *électro-aimants ;* a_1 a_2, *armatures.*

Le tiroir demeure dans cette position jusqu'à la fin de la minute; il ne se déplace à nouveau, pour permettre un autre départ d'air comprimé, qu'au commencement de la minute suivante. Il y a donc, à la fin de chaque minute, un espace de temps mort pendant lequel ne se produit aucun mouvement d'air à l'intérieur des tubes du réseau. Bien que très court, ce temps est mis à profit pour effectuer le changement d'horloge ou les réglages nécessaires.

Le tuyau de départ quittant le tiroir distributeur se rend, à l'intérieur de la station centrale, à une sorte de tableau distributeur

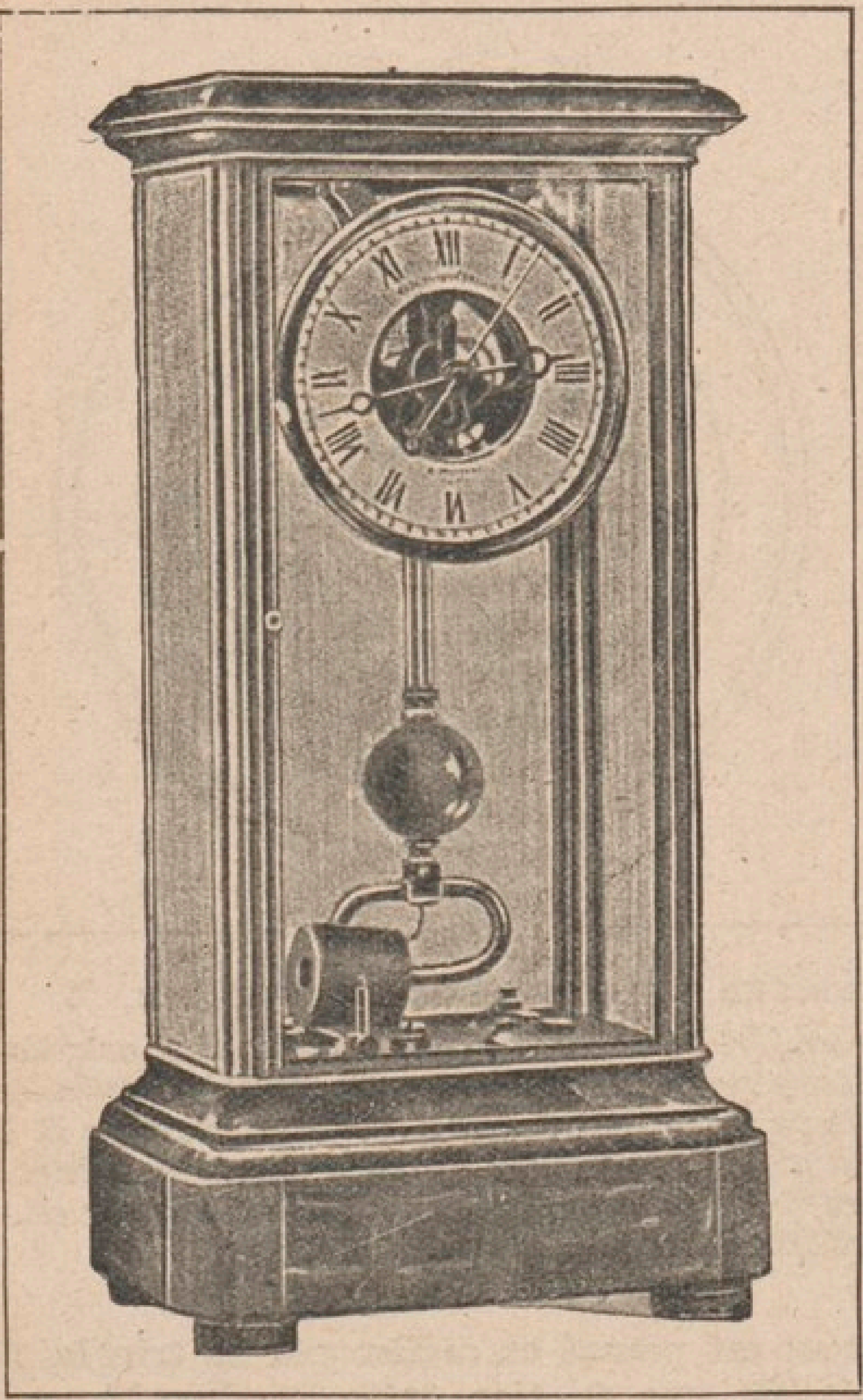


FIG. 8. — RÉGULATEUR ÉLECTRIQUE SYSTÈME BRILLIÉ

(Type courant pour cheminée)

où il se divise en dix canalisations qui sont l'origine du réseau. Chacun de ces tubes est dirigé, en suivant les parois des égouts, dans un des quartiers de Paris, pour desservir le groupe d'horloges publiques qui y fonctionne.

Les horloges réceptrices ne comportent, pour ainsi dire, aucun mécanisme (fig. 4, 5 et 6). L'organe essentiel *b* est représenté par un léger soufflet cylindrique d'un centimètre environ de hauteur à la base duquel l'air comprimé pénètre par un petit tube *a*. La fermeture supérieure de ce cylindre est représentée par une surface de caoutchouc au milieu de laquelle est fixée une petite tige verticale *C* articulée en *d* sur un levier portant un cliquet *S* muni d'un contre-poids *P*. Le cliquet, constamment engagé dans la denture de la roue *R*, fait avancer celle-ci de trois dents chaque fois que l'air comprimé vient soulever la membrane de caoutchouc du soufflet. La roue dentée entraîne par son axe l'aiguille des minutes qui se déplace d'une minute sur le cadran. Une démultiplication convenable assure l'avancement régulier de l'aiguille des heures. Ces aiguilles ne peuvent jamais revenir en arrière parce que la roue *R* est bloquée par un second cliquet (en haut, à gauche de la figure de gauche) qui s'oppose à la marche à contresens.

La régularité de marche des horloges pneumatiques est assurée d'une manière très précise par l'absence de mécanisme. Il leur arrive de s'arrêter, mais ces arrêts ne sont jamais que de courte durée, des inspecteurs appartenant à la Compagnie de l'Air comprimé les surveillant chaque jour et signalant aussitôt les arrêts à l'administration, qui envoie un de ses agents, le lendemain au plus tard, procéder à la remise en marche.

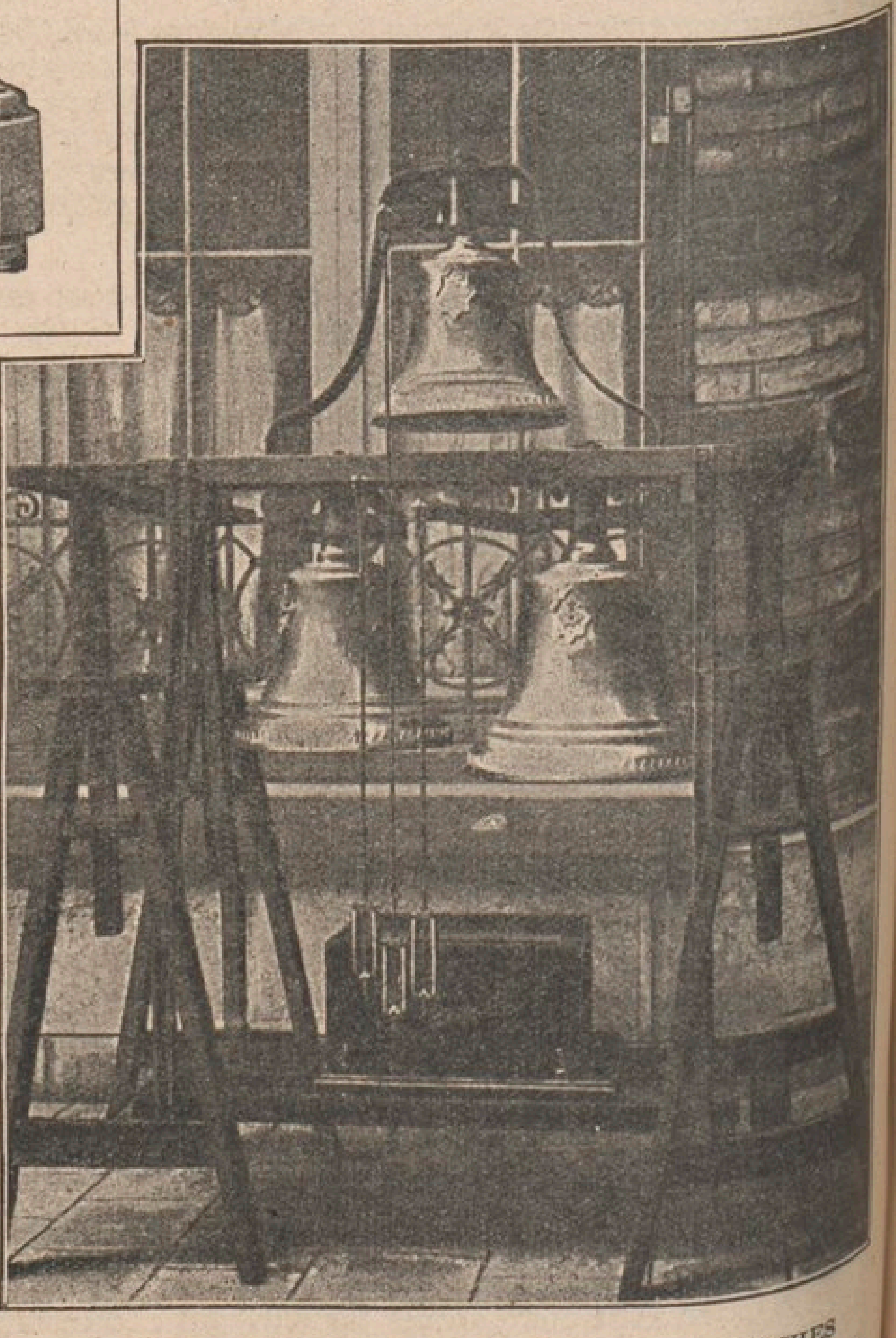
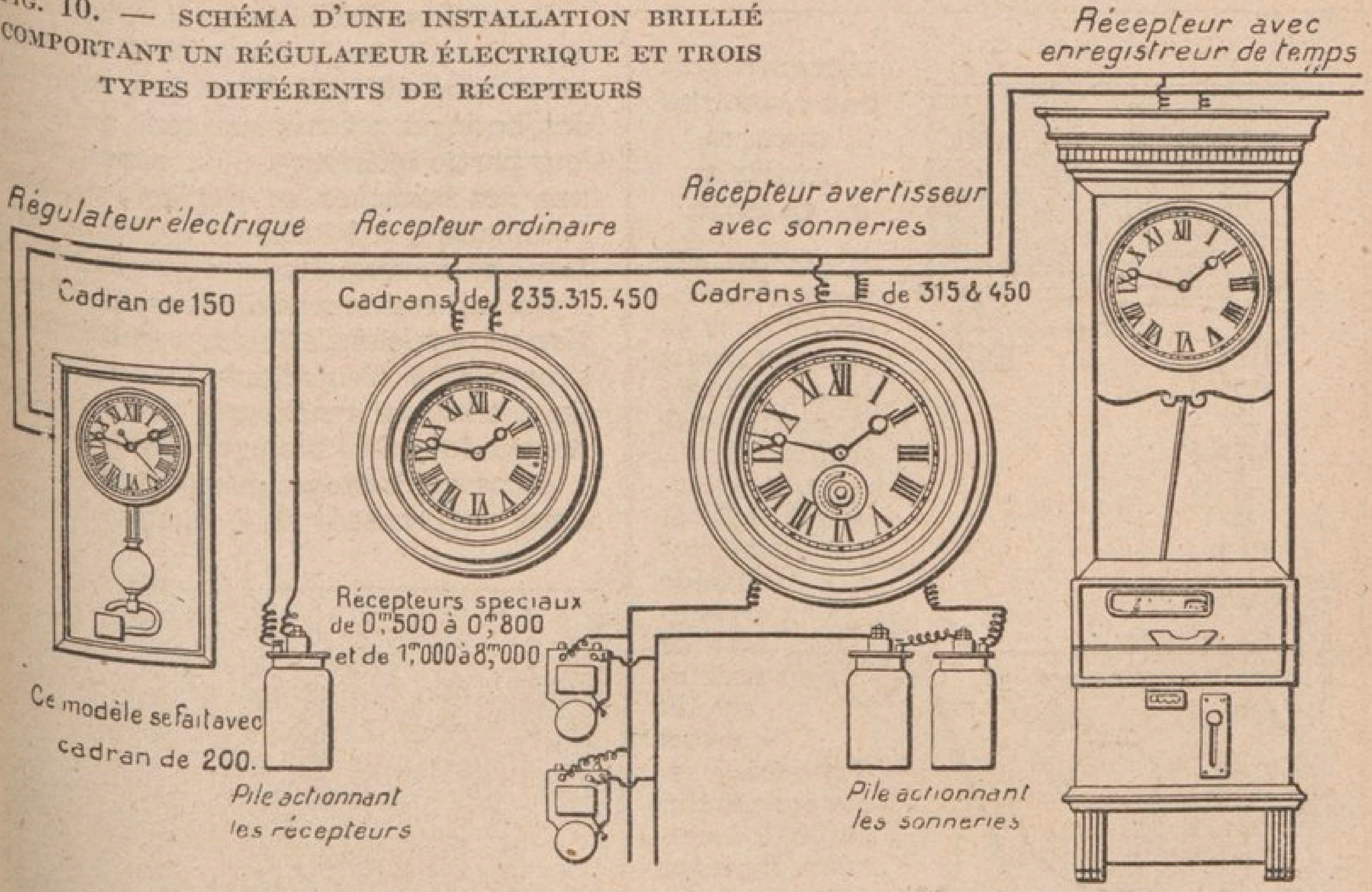


FIG. 9. — CARILLON BRILLIÉ A TROIS CLOCHES

Ce carillon sonne les heures, les demies et les quarts sur trois notes différentes; il s'entend de très loin.

FIG. 10. — SCHÉMA D'UNE INSTALLATION BRILLIÉ COMPORTANT UN RÉGULATEUR ÉLECTRIQUE ET TROIS TYPES DIFFÉRENTS DE RÉCEPTEURS



Ces appareils sont d'une construction extrêmement simple et leur régularité est parfaite.

Des arrêts sont provoqués par des causes infimes auxquelles les appareils sont étrangers.

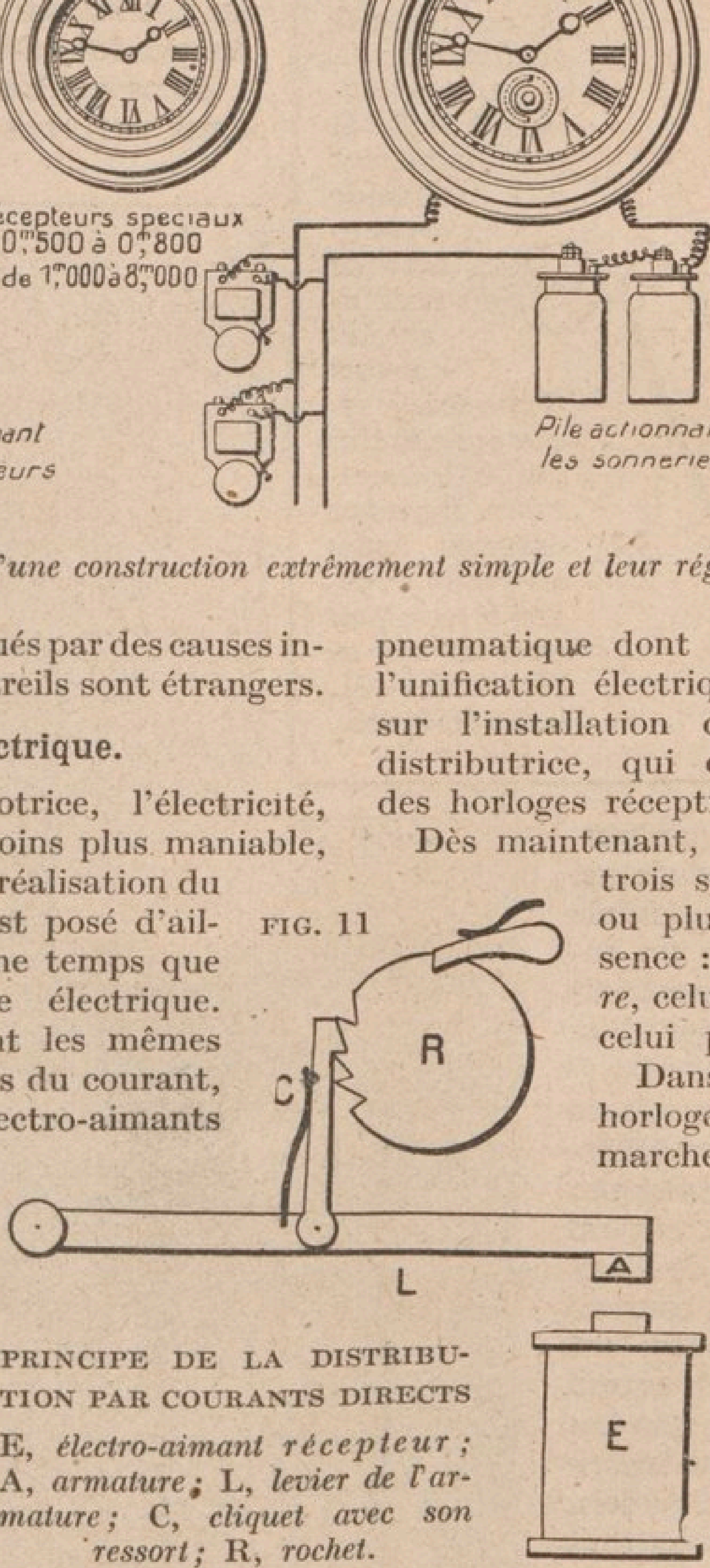
L'heure électrique.

Une autre force motrice, l'électricité, sinon plus souple, du moins plus maniable, concourt également à la réalisation du même problème, qui s'est posé d'ailleurs à peu près en même temps que celui de la télégraphie électrique. L'un et l'autre utilisent les mêmes organes : piles émettrices du courant, fils conducteurs et électro-aimants récepteurs. En les étudiant, on fait de la télémécanique, puisque le courant électrique commande dans les deux cas des équipements produisant des effets mécaniques.

Les recherches relatives à la transmission de l'heure par l'électricité ont donné naissance à de très nombreuses solutions plus ou moins simples, tendant toujours à réaliser l'unification de l'heure, qui est loin d'être obtenue d'une manière absolument parfaite, non seulement à l'intérieur d'un même pays, mais même à l'intérieur des villes.

Comme dans le système de transmission pneumatique dont nous venons de parler, l'unification électrique de l'heure est basée sur l'installation d'une horloge-mère ou distributrice, qui commande directement des horloges réceptrices ou secondaires.

FIG. 11



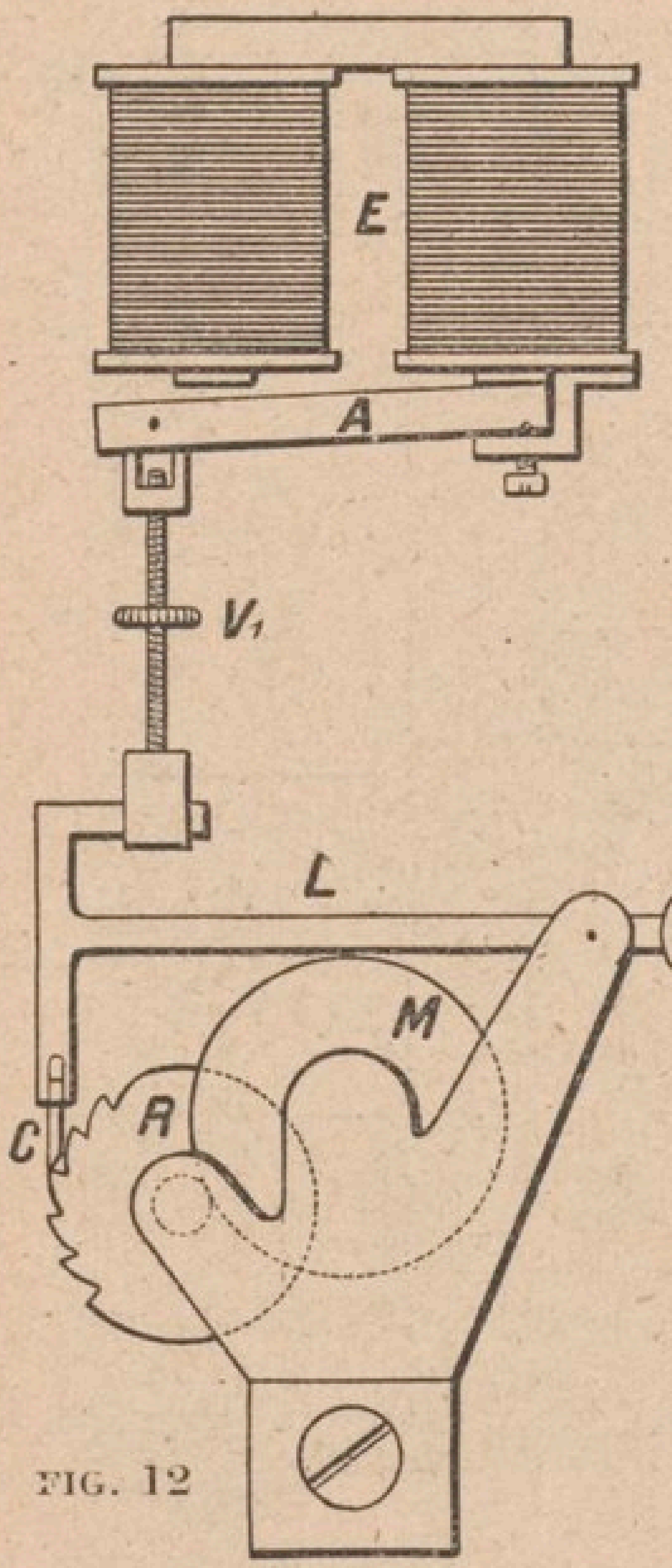
PRINCIPE DE LA DISTRIBUTION PAR COURANTS DIRECTS

E, *électro-aimant récepteur ;* A, *armature ;* L, *levier de l'armature ;* C, *cliquet avec son ressort ;* R, *rochet.*

Dès maintenant, nous pouvons dire que trois systèmes différents sont, ou plutôt ont été, en présence : celui par *remise à l'heure*, celui par *synchronisation* et celui par *distribution d'heure.*

Dans le premier système, les horloges réceptrices ont une marche indépendante, l'électricité n'intervenant que pour envoyer périodiquement un courant qui rétablit l'heure juste sur le cadran secondaire. La complication mécanique des organes ne leur a assuré qu'un succès tout à fait éphémère.

Les horloges synchronisées peuvent avoir, comme les précédentes, une marche indépendante, mais les émissions de courant, agissant sur les balanciers des horloges secondaires, les obligent à battre à l'unisson du balancier de l'horloge distributrice. Les positions des aiguilles sur les cadrans sont donc mainte-



DISTRIBUTION PAR COURANTS DIRECTS (SYSTÈME P. GARNIER)

E, électro-aimants; A, armature; V$_1$*, vis de réglage; L, levier de l'armature; P, contrepoids du levier L; C, cliquet actionnant le rochet R à soixante dents. Chaque attraction de l'armature fait avancer d'une dent le rochet qui entraîne l'aiguille des minutes. Il y a une émission toutes les quatre secondes; le rochet fait donc un tour en 4 minutes. — M, roues des heures.*

FIG. 12

nues en accord d'une façon permanente. Le principe est donné par notre figure 7. La pendule de l'horloge-mère porte un interrupteur *I* qui, à chaque oscillation, permet le passage d'un courant fourni par une pile *P* dans des électros E_1, E_2... placés sous les pendules, pourvus d'armatures a_1 a_2. Ces pendules des horloges réceptrices battent un peu en retard sur celui de l'horloge distributrice; le courant envoyé par cette dernière est donc un courant correcteur qui intervient pour donner une impulsion accélératrice aux balanciers commandés. Quelquefois, les balanciers récepteurs battent un peu en avance; dans ce cas, le courant a un effet retardateur.

Une émission a lieu à chaque seconde, mais ce principe n'est pas absolu. Hipp obtint de bons résultats en espaçant les émissions d'une minute au lieu de les envoyer à chaque seconde.

La maison Brillié frères a utilisé, dans cet ordre d'idées, le dispositif d'entretien pendulaire dû à M. Féry. Les pendules des horloges secondaires sont munis, à leur partie inférieure, d'un aimant dont une des branches se déplace, pendant l'oscillation, à l'intérieur d'une bobine. Lorsque le courant circule dans la bobine, il y a, suivant le sens du courant, attraction ou répulsion de l'aimant; cette action a pour effet d'entretenir les oscillations du pendule en synchronisme avec celles du pendule de l'horloge-mère (fig. 8).

Dans ces horloges réceptrices, le balancier est moteur et, à chaque oscilla-

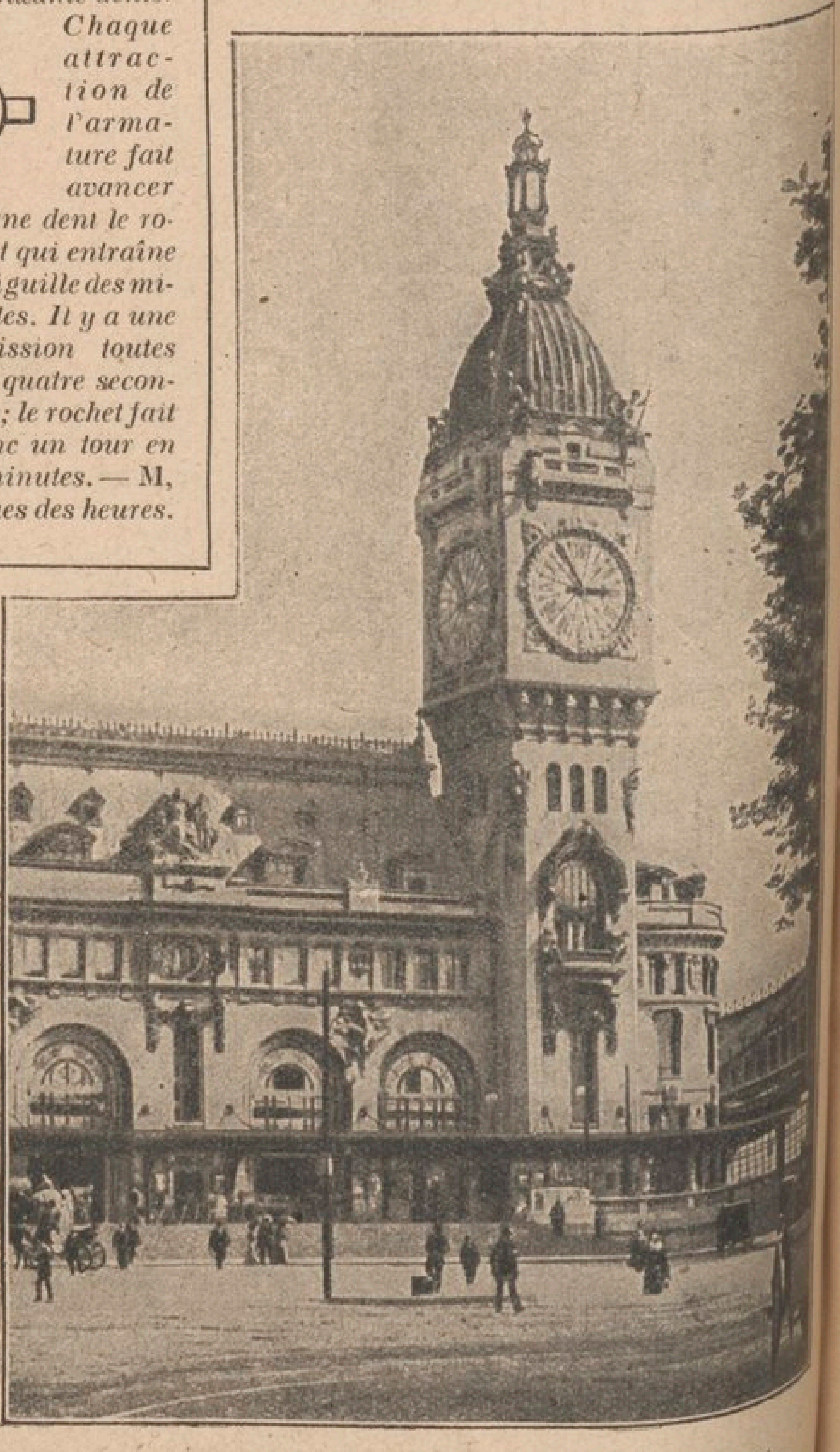


FIG. 13. — L'HORLOGE DE LA GARE DU P.-L.-M.

Le cadran ne mesure pas moins de sept mètres de diamètre et la longueur de la grande aiguille est de 4 m. 05, talon compris.

tion, il fait avancer d'une dent le rochet sous l'action d'un cliquet; ce rochet entraîne, par l'intermédiaire d'un rouage convenable, et très bien étudié, la minuterie et les aiguilles.

Le système de la synchronisation, motrice ou non motrice, des balanciers, possède, sur les systèmes de remise à l'heure le grand avantage de distribuer l'heure avec une très grande précision. Par contre, utilisant des émissions de courant très rapprochées les unes des autres, il amène l'épuisement rapide de la source électrique. Le système basé sur le principe de la distribution de l'heure élimine cet inconvénient.

Cette dernière solution, la plus ancienne, est celle qui a obtenu le plus de succès. Inspirée vraisemblablement par le télégraphe Bréguet, dans lequel deux aiguilles de cadran, l'un transmetteur, l'autre récepteur, se déplaçaient en accord parfait, elle naquit presque en même temps dans le cerveau de deux inventeurs français. En 1845, en effet, Paul Garnier et Bréguet, apportaient chacun une solution intéressante au problème de la transmission de l'heure à distance.

Le système Bréguet était basé sur l'emploi d'émissions de courant faites toutes les minutes, l'une étant envoyée dans un sens et la suivante dans l'autre sens, tandis que Paul Garnier utilisait toujours le même sens du courant. La fortune de ces conceptions fut bien différente; les appareils de Paul Garnier, plus

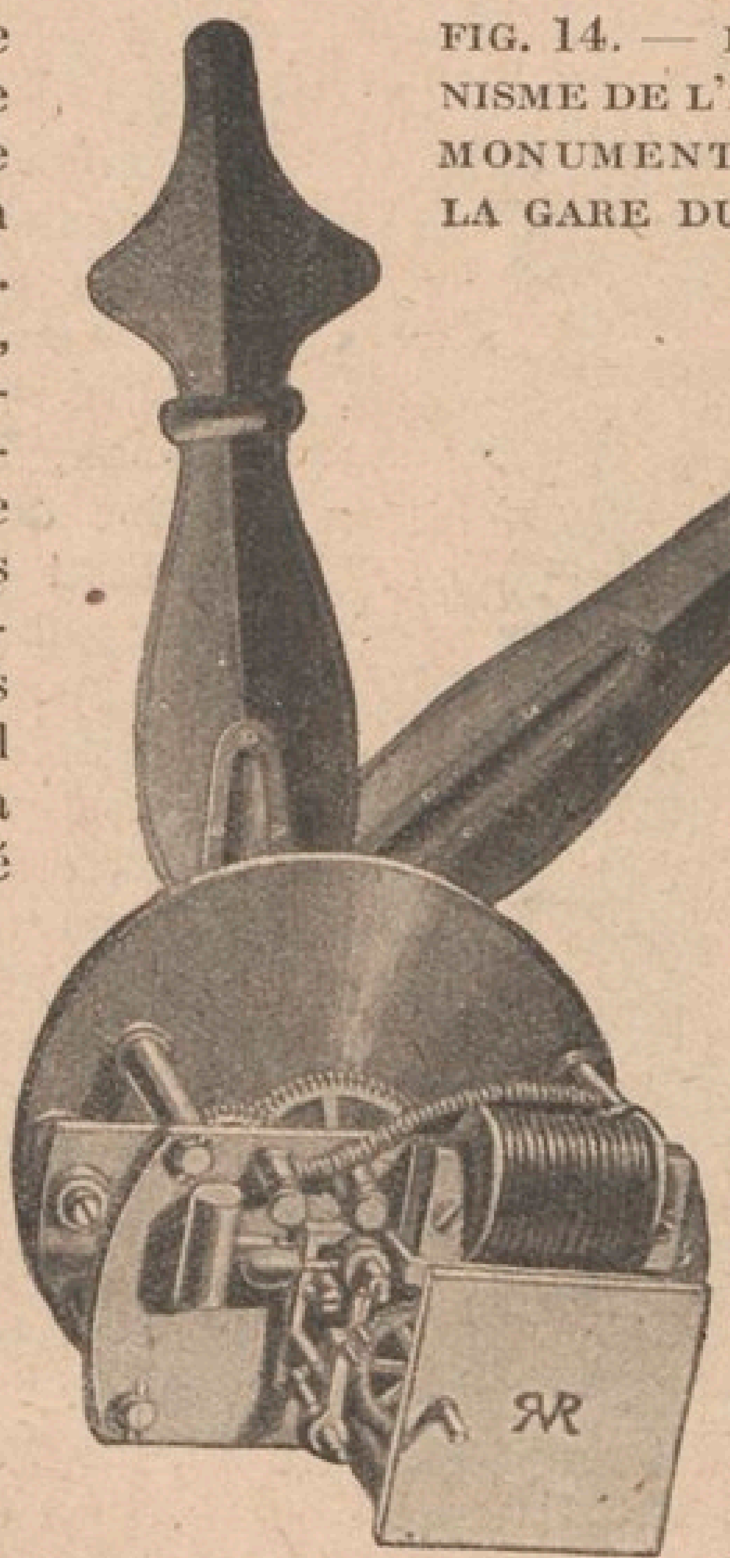


FIG. 14. — LE MÉCANISME DE L'HORLOGE MONUMENTALE DE LA GARE DU P.-L.-M.

simples et plus robustes que ceux de Bréguet, furent appliqués dans la plupart des installations de l'époque, et l'on trouve encore, derrière bien des cadrans, des appareils construits vers 1850, s'acquittant fort honorablement de leur devoir chronométrique.

Chacun de ces deux systèmes devint le point de départ d'une école d'horlogerie électrique. A l'heure actuelle, les distributions par courants inverses disputent le marché aux distributions par courants directs sans que l'une des conceptions puisse se prévaloir d'un avantage marqué sur l'autre.

Dès maintenant, notre sujet présente deux grandes divisions attribuées aux deux systèmes dont nous venons d'énoncer le principe, comportant chacune l'étude des horloges réceptrices et des horloges distributrices.

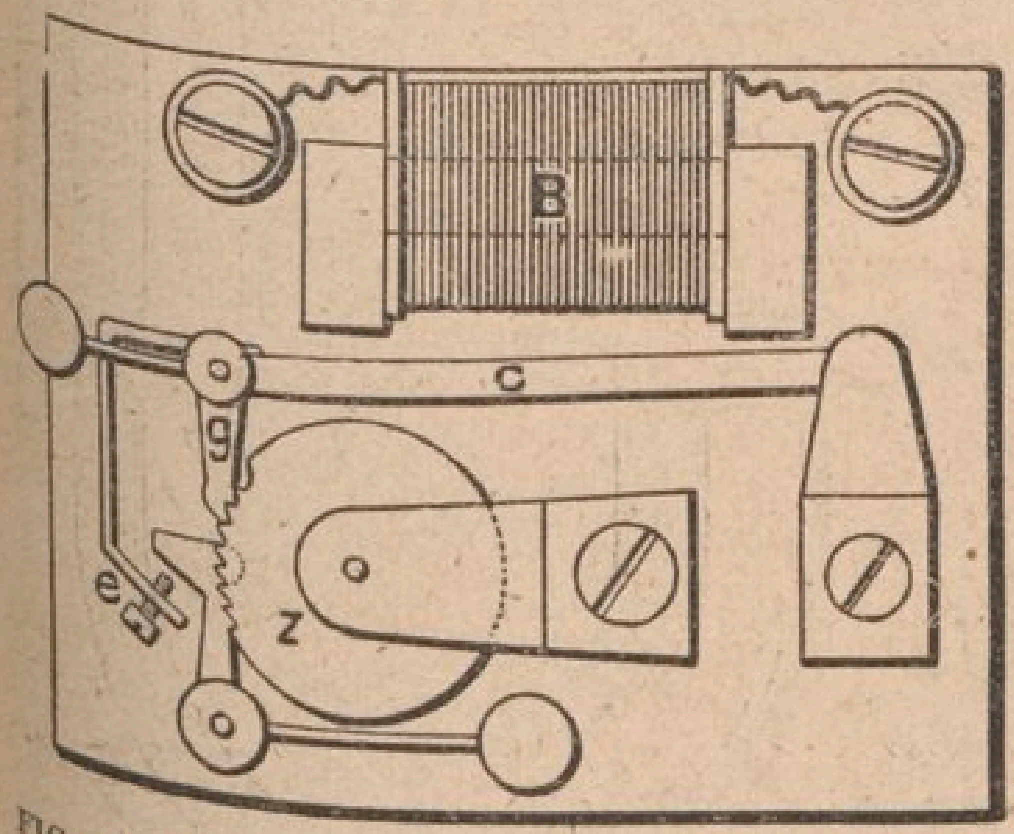


FIG. 15. — APPAREIL DE DISTRIBUTION SYSTÈME RECLUS

B, électro-aimant; C, armature; Z, rochet; e, vis de butée empêchant le rochet de tourner sous l'action du cliquet qui lui fait face. — Quand l'armature retombe, le cliquet supérieur g fait tourner le rochet d'une dent.

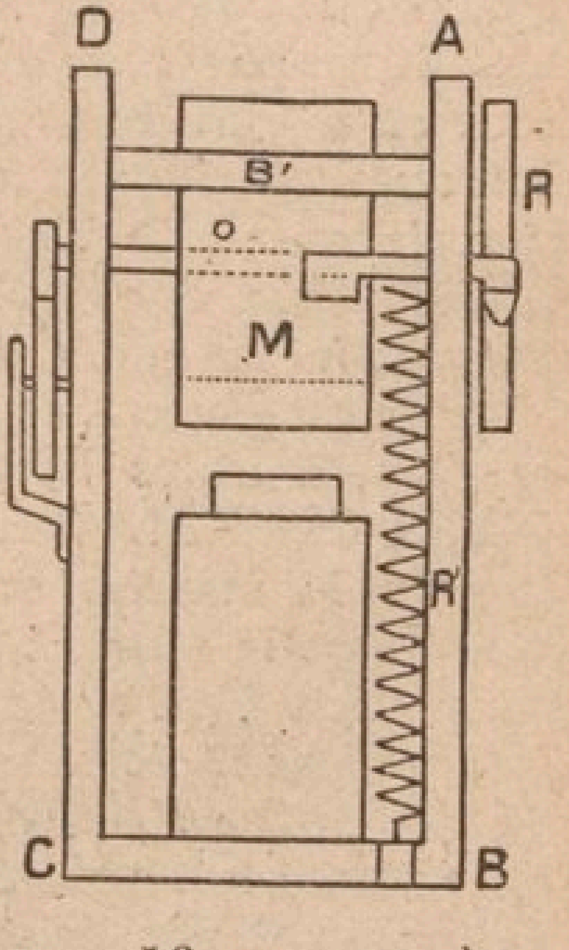


FIG. 16. — SYSTÈME DAVID PERRET

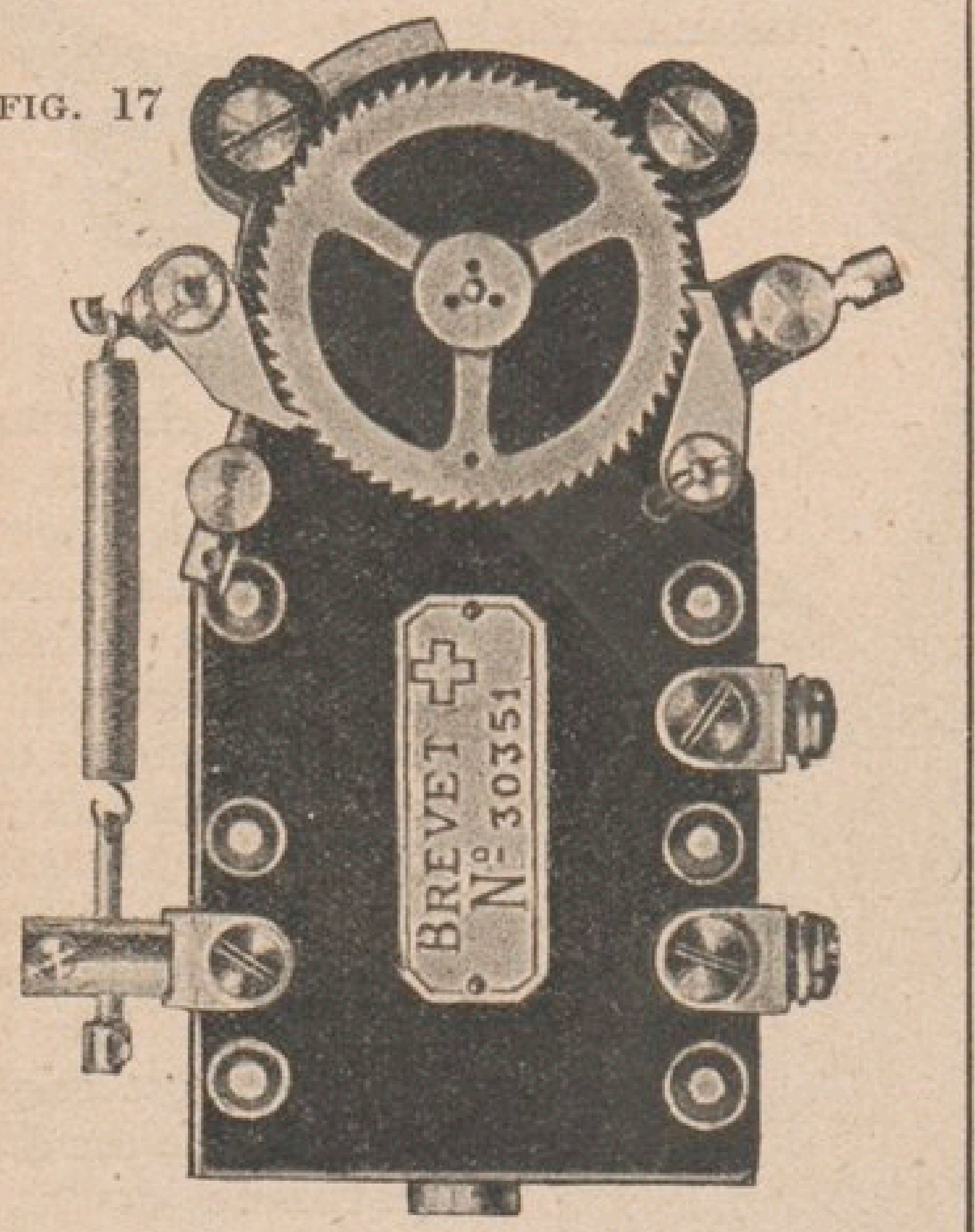
A B C D, *châssis en fer magnétique*; M, *armature de l'électro-aimant*; R, *rochet calé sur l'axe de l'armature*; R', *ressort de rappel de l'armature.*

Distribution par courants directs.

Sous sa forme la plus simple, le compteur électro-chronométrique se compose d'un électro-aimant *E* et d'un levier *L* (fig. 11). Ce levier porte un cliquet d'une extrême sensibilité susceptible d'agir sur un rochet *R* et une armature *A* placée en face du noyau de l'électro-aimant.

A chaque passage du courant, l'armature

FIG. 17



VUE GÉNÉRALE DE LA RÉCEPTRICE DU SYSTÈME DAVID PERRET

attirée provoque l'abaissement du levier *L*, le cliquet *C* fait avancer le rochet *R* d'une dent.

Si le rochet a un nombre de dents égal au nombre d'émissions faites en une heure par le distributeur, il fera un tour en une heure et pourra porter sur son axe l'aiguille des minutes, une minuterie ordinaire transmettant, en le transformant convenablement, le mouvement à l'aiguille des heures. Tel est le principe général, et très simple, de la construction des horloges réceptrices.

Paul Garnier a réalisé cette construction de la manière suivante (fig. 12) :

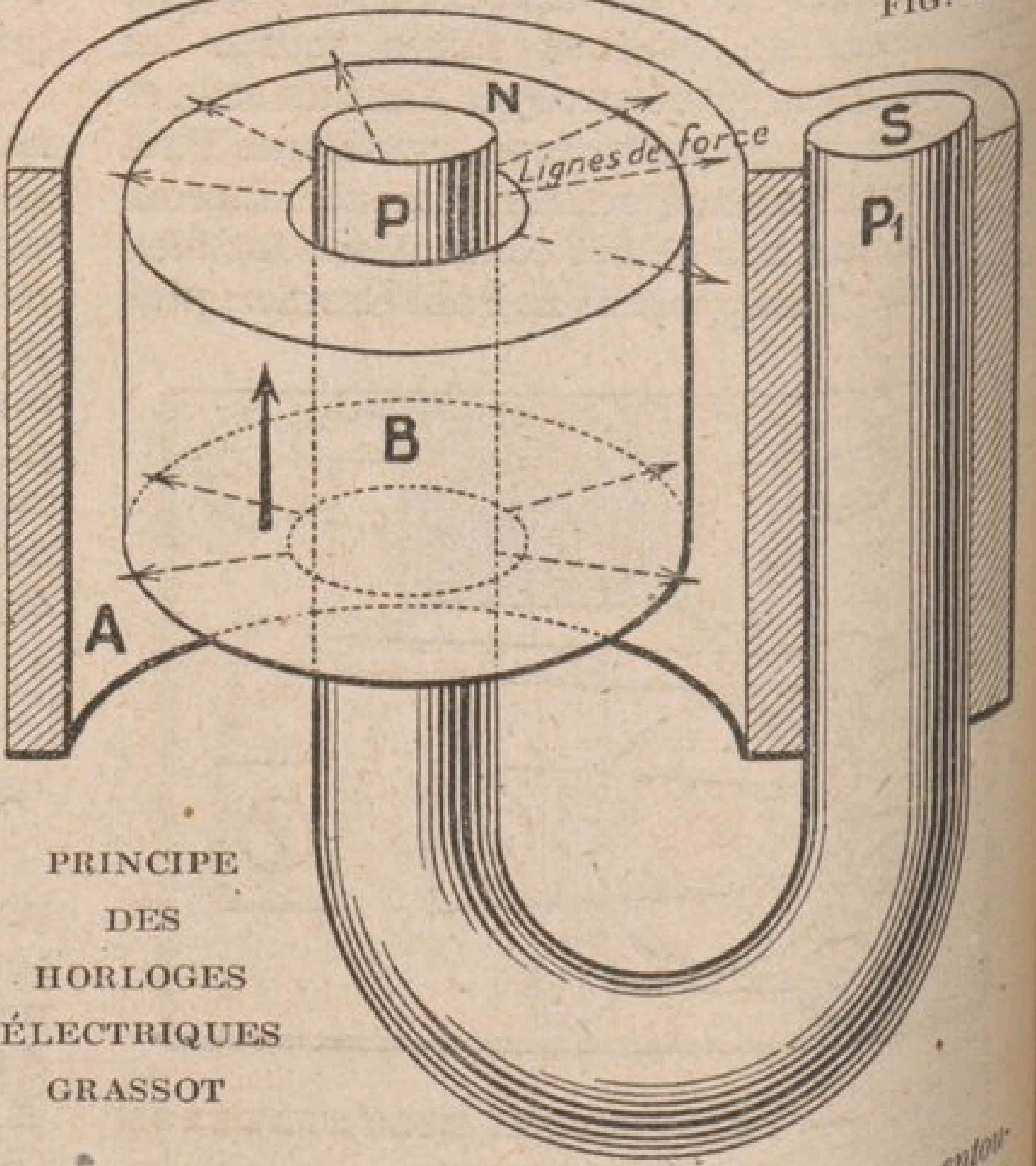
Lorsque le courant passe dans l'électro-aimant *E*, il attire l'armature *A* et soulève, par l'intermédiaire de la double vis de réglage V_1 et du levier *L*, le cliquet *C* qui fait passer, par suite de ce mouvement, une dent du rochet *R*.

Ce rochet a soixante dents ; les émissions étant faites toutes les quatre secondes, il fera un tour en quatre minutes. La roue *M*, chargée de conduire l'aguille des heures, est commandée par un pignon convenable fixé sur l'axe du rochet *R*. La fréquence et l'intensité des émissions de courant exigées par ces appareils conduisent à l'emploi de piles de grande capacité. Paul Garnier employait des éléments Daniel ayant cinquante à soixante centimètres de hauteur ; aussi, les batteries nécessitées par les distributions d'heures étaient-elles extrêmement coûteuses, particulièrement encombrantes et d'un entretien fort difficile.

On chercha à réduire les batteries en espaçant les émissions et en modifiant l'électro-aimant. Froment, Robert Houdin, Colin, Liais, Mildé, Fournier, Bain établirent des appareils dont les avantages ne furent pas suffisants pour justifier la faveur du public. C'est en 1885 seulement que l'on trouve, dans les distributions Reclus des appareils susceptibles d'application vraiment pratiques. Les cinq cents cadrans de l'hôtel Terminus et les installations de nombreuses gares des réseaux de l'Ouest et du P.-L.-M. furent équipés avec des horloges de ce système (fig. 13 et 14, aux pages 244 et 245).

Ces distributions fonctionnent toutes les minutes ou toutes les trente secondes ; l'originalité des compteurs réside surtout dans la forme de l'électro-aimant. D'autre part, le rochet tourne lorsque l'armature est rappelée. Sous l'action du courant, l'armature *C* est attirée, le rochet ne bouge pas, il en est empêché par le cliquet *F*, engagé et maintenu dans une dent du rochet par la vis de butée *E*. Après le passage du courant, l'armature retombe ; le cliquet *g* fait alors

FIG. 18



PRINCIPE DES HORLOGES ÉLECTRIQUES GRASSOT

P P_1, *aimant permanent;* A, *anneau métallique entourant l'aimant permanent et la bobine* B. — *Sous l'action des courants transmis par l'horloge distributrice, la bobine se déplace dans le sens de la flèche (verticale sur notre dessin). Ces déplacements sont utilisés pour actionner le mécanisme récepteur.*

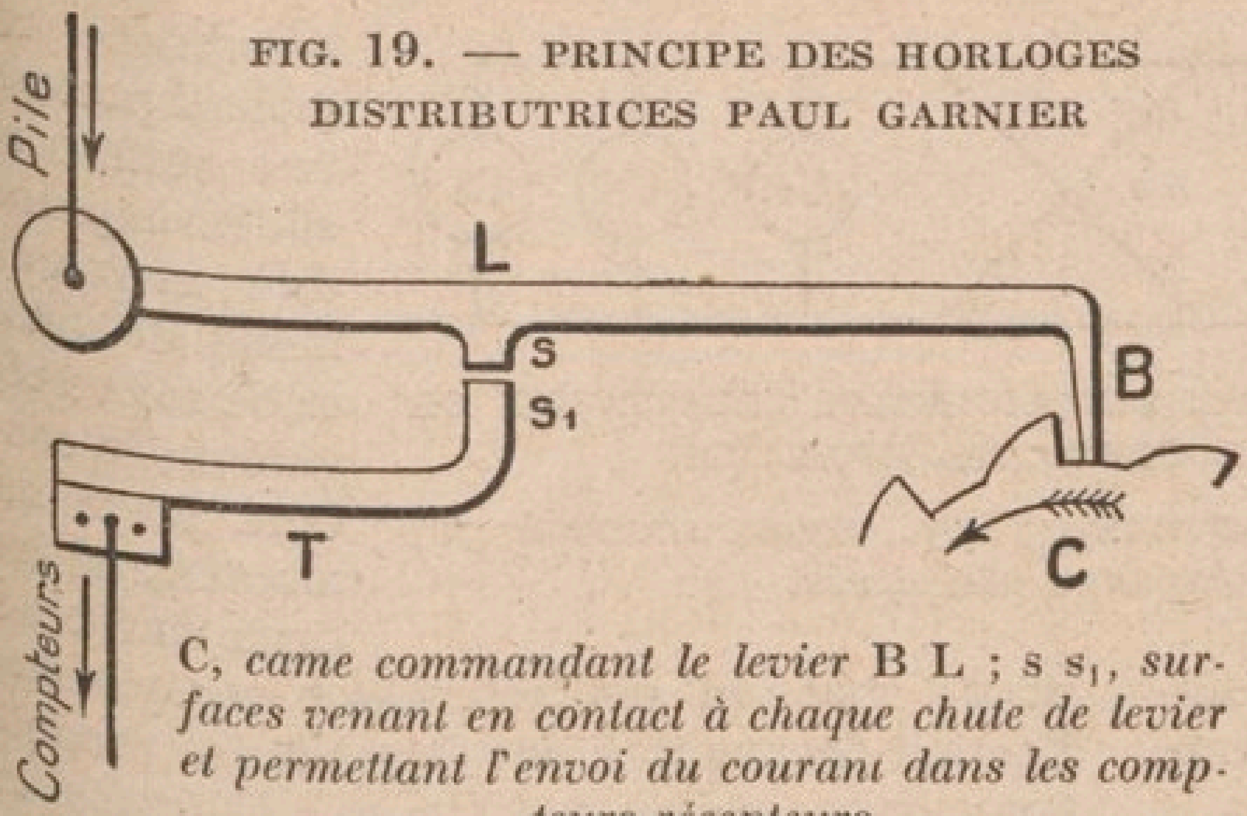


FIG. 19. — PRINCIPE DES HORLOGES DISTRIBUTRICES PAUL GARNIER

C, *came commandant le levier* B L ; s s_1, *surfaces venant en contact à chaque chute de levier et permettant l'envoi du courant dans les compteurs-récepteurs.*

tourner le rochet *Z* d'une dent (fig. 15).

Les grands cadrans de la tour de la gare de Lyon (7 mètres de diamètre) sont actionnés par une variante de ce système; les mécanismes sont dus à Paul Garnier. Les électro-aimants moteurs, dits cuirassés, sont du système Guénée, modèle employé sur certains réseaux de chemin de fer pour la manœuvre des aiguilles. Les émissions ont lieu toutes les vingt-sept secondes; elles sont fournies avec une parfaite régularité par une batterie d'accumulateurs de vingt éléments et ont une intensité de trois ampères et demi.

La maison David Perret, de Neuchâtel, emploie dans ses horloges réceptrices un électro-aimant d'une conception originale. L'armature, montée sur un axe, oscille autour de cet axe lorsque le courant parcourt l'électro-aimant et prend une position particulière. L'ensemble est monté dans une sorte de châssis en fer *A B C D* (fig. 16) qui, fermant en partie le circuit magnétique du système,

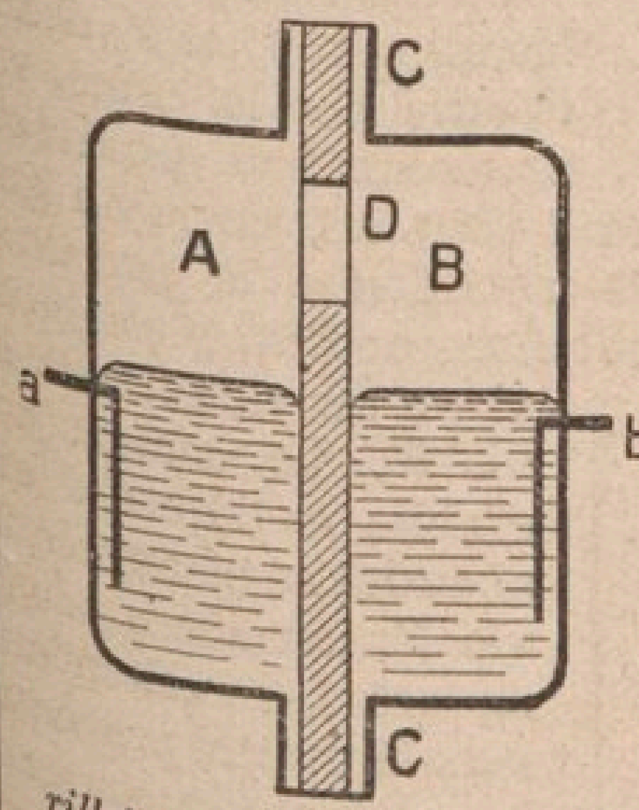


FIG. 21

PRINCIPE DE L'INTERRUPTEUR LECLANCHÉ ET NAPOLI

A B, *compartiments du barillet contenant du mercure. A chaque minute l'horloge-mère provoque la rotation du barillet sur ses deux tourillons* a *et* b *par lesquels arrive et part le courant. Les nappes mercurielles se mélangent par l'ouverture* D *pratiquée dans la cloison* C C *et permettent ainsi l'envoi du courant.*

augmente ainsi la force attractive de l'électro-aimant. L'axe de l'armature *M* repose de part et d'autre sur les joues verticales du châssis et porte, à une extrémité, le rochet *R* et, à l'autre extrémité, la minuterie commandant les aiguilles. Un ressort de rappel ramène l'armature à sa position de repos lorsque, sous l'action du courant électrique, elle a rempli sa fonction d'entraînement mécanique des aiguilles.

Ces appareils, types Reclus et David Perret, fonctionnent avec deux éléments de pile Leclanché fournissant un courant de l'ordre du dixième d'ampère.

M. Grassot, chef des travaux pratiques à l'Ecole de Physique et de Chimie de Paris, réalisa un progrès énorme en 1903 par l'uti-

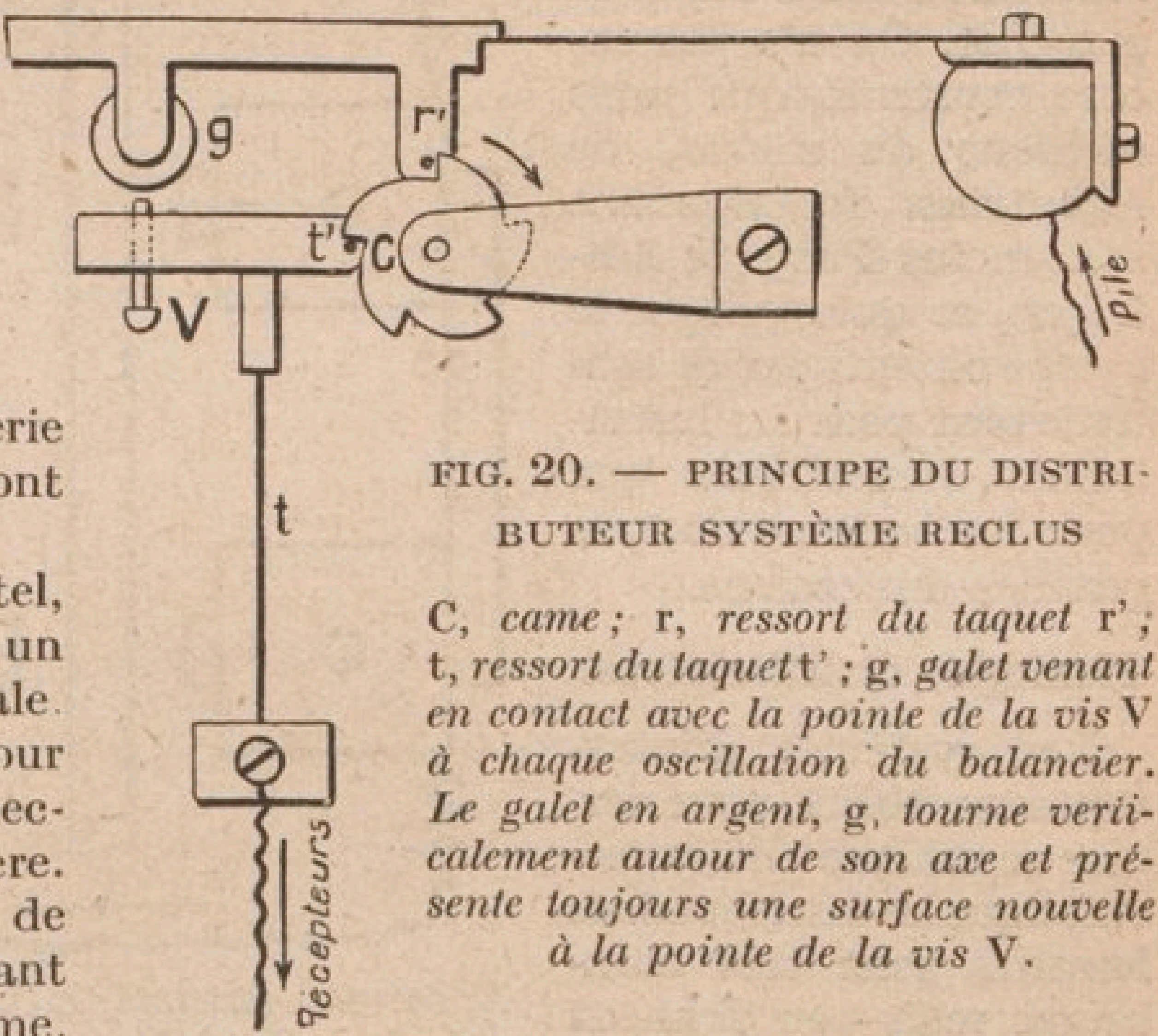


FIG. 20. — PRINCIPE DU DISTRIBUTEUR SYSTÈME RECLUS

C, *came;* r, *ressort du taquet* r' ; t, *ressort du taquet* t' ; g, *galet venant en contact avec la pointe de la vis* V *à chaque oscillation du balancier. Le galet en argent,* g, *tourne verticalement autour de son axe et présente toujours une surface nouvelle à la pointe de la vis* V.

lisation de l'action d'un champ magnétique sur un courant, sans fer intermédiaire.

Les horloges réceptrices dues à l'ingéniosité de M. Grassot fonctionnent par dix en série sur une pile. L'intensité totale nécessaire n'est que de 0 amp. 045.

La puissance électrique dépensée dans ce système est donc vingt fois plus petite que celle nécessitée par les anciens appareils employant l'action électro-magnétique.

En principe, l'énergie mécanique nécessaire à l'entraînement du mécanisme est fournie par une bobine *B*, placée dans le champ magnétique d'un aimant *P* P_1 et disposée comme le montre la figure 18.

Le champ magnétique régnant entre les pôles est rendu régulier et radial au pôle *P* par l'adjonction à ce pôle d'un anneau *A* figuré en coupe sur la figure. Lorsqu'un courant passe dans la bobine, on se trouve dans le cas d'un courant circulant dans un conducteur

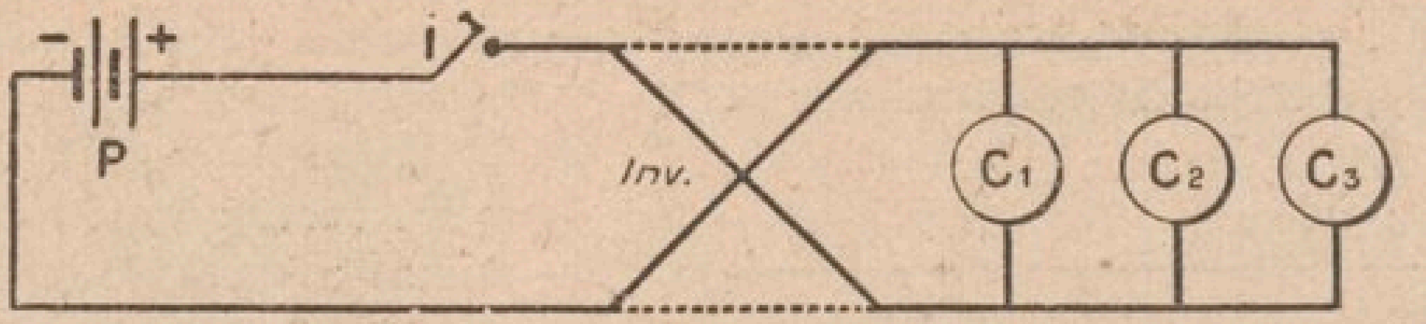


FIG. 22. — PRINCIPE DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE L'HEURE PAR COURANTS INVERSES

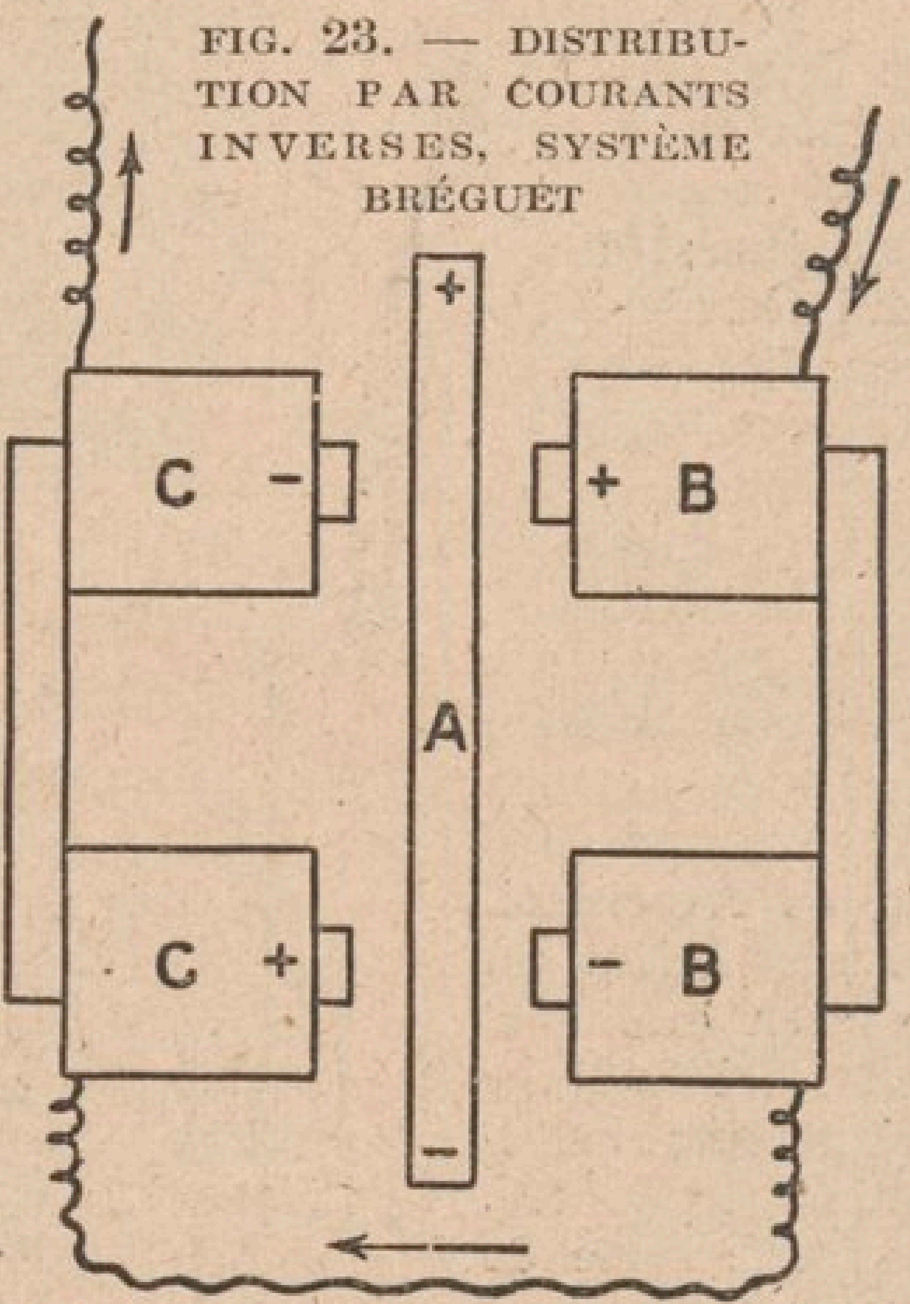
P, *batterie de piles;* I, *interrupteur;* Inv., *organe inverseur;* C_1 C_2 C_3, *compteurs récepteurs.*

disposé dans un champ magnétique.

L'électromagnétisme nous apprend — principe invariable — que le conducteur tend à se déplacer perpendiculairement au plan déterminé par lui-même et par les lignes de force du champ.

La bobine tend donc à se déplacer dans le sens de la flèche; ses déplacements sont utilisés pour commander les minuteries ordinaires par l'intermédiaire d'une roue à rochet. On n'a pas encore construit, que nous sachions du moins, de réceptrices fonctionnant avec moins d'énergie électrique, ce qui explique le succès obtenu par ce système tant pour les installations domestiques que pour les cadrans de très grandes dimensions.

FIG. 23. — DISTRIBUTION PAR COURANTS INVERSES, SYSTÈME BRÉGUET



A, *barreau aimanté;* B C, *électro-aimants polarisés. Sous l'action des courants inversés, le barreau aimanté est porté alternativement vers la droite et vers la gauche. Ces mouvements sont utilisés pour actionner le rochet. (Voir la figure suivante.)*

Horloges distributrices.

Les systèmes d'interrupteurs établis pour fermer régulièrement le circuit dans les distributrices horaires sont très nombreux, mais peu donnent de bons résultats.

C'est que l'interrupteur de l'horloge-mère constitue l'un des organes les plus délicats d'un système d'horloges électriques; c'est de lui que dépend la régularité de succession des émissions de courant ; si, par suite du mauvais état de ses surfaces, il y a des ratés, les compteurs cessent d'être en accord avec l'horloge-mère. Aussi emploie-t-on, pour éviter la détérioration des surfaces en contact, des métaux en principe peu oxydables, tels que l'or et le platine.

Voici le principe des distributrices Paul Garnier. Une came *C* (fig. 19) commande un levier *L* portant une surface *s*; elle lui imprime des mouvements de chute et de relève réguliers; le courant passe au moment où les deux surfaces *s* et s_1 sont en contact. Dans ce système, l'action destructive des étincelles se produit toujours au même endroit, ce qui amène la détérioration assez rapide des surfaces et conduit à faire des nettoyages très fréquents des contacts.

Reclus a obvié à cet inconvénient par l'emploi de surfaces mobiles.

Le contact s'établit entre la vis *V* et le galet *g* (fig. 20 page précédente).

Les mouvements nécessaires à l'établissement et à la rupture du contact entre ces pièces sont fournis par l'action de la came à cinq ailes *C* sur les taquets *r'* et *t'*, solidaires des ressorts *r* et *t* supportant chacun une des pièces métalliques de contact.

La came, tournant dans le sens de la flèche, soulève le ressort *r* et écarte vers la gauche le ressort *t*, amenant *V* sous le galet *g*.

La rotation continuant, les taquets *r'* et *t'*, abandonnés par la came, reprennent leur position initiale. Le ressort *t* est placé de façon que le taquet *r'* soit abandonné le premier; lorsque cet abandon se produit, *g* tombe et vient au contact de la vis *V*. Le contact est établi; le taquet *t'* est abandonné peu après, la vis *V*, entraînée par le ressort *t*, se détendant vers la droite, provoque la rupture du courant.

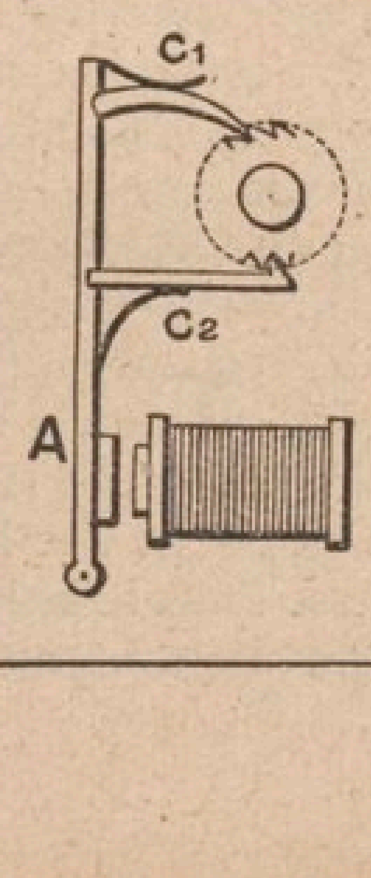


FIG. 24. — LE ROCHET EST ACTIONNÉ ALTERNATIVEMENT ET TOUJOURS DANS LE MÊME SENS PAR LES CLIQUETS C_1 ET C_2 SOUS L'ACTION DES MOUVEMENTS DU BARREAU AIMANTÉ A

Dans ce mouvement, le galet en argent *g* tourne sur lui-même et le contact suivant a lieu sur une partie qui n'a

pas encore subi l'action active du courant.

Signalons encore un interrupteur, fort ingénieux, dû à Leclanché et Napoli (fig. 21), composé d'un petit barillet dont l'intérieur est hermétiquement fermé à l'air extérieur. Une cloison verticale CC', percée à sa partie supérieure d'une ouverture D, sépare ce barillet en deux compartiments à moitié remplis de mercure. Le courant arrive au mercure par les tourillons a et b. A chaque minute, l'horloge-mère provoque la rotation du barillet, les nappes mercurielles se mélangent, établissant ainsi un contact aussi parfait qu'il est possible de le souhaiter pour cet usage.

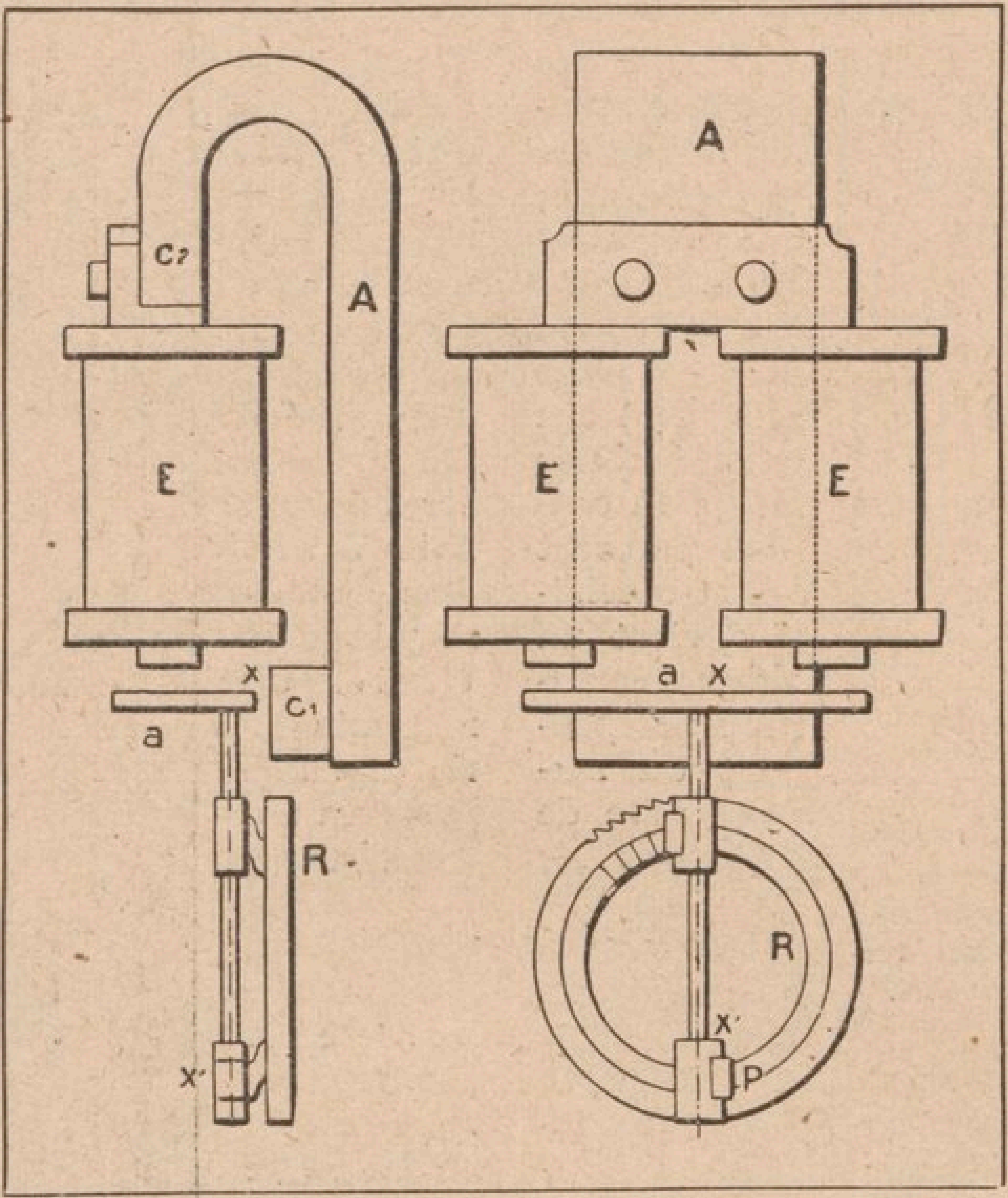


FIGURE 25. — RÉCEPTEUR HIPP (PROFIL ET FACE)
A, *aimant permanent*, a, *armature aimantée;* E, *électro-aimant polarisé par l'aimant* A; x x', *axe de l'armature* a; c_2, *pôle aimantant le noyau de l'électro;* c_1, *pôle aimantant l'armature;* r r', *rochets actionnant la roue dentée latéralement* R *pour lui imprimer un mouvement de rotation.*

Distribution par courants inverses.

Notre figure 22, à la page 248, montre le schéma de principe de cette distribution.

Comme dans les systèmes employant les courants directs, une batterie de pile P fournit le courant, qui est établi ou interrompu dans les compteurs par le jeu de l'interrupteur I. Ces distributions comportent en plus un organe appelé inverseur, figuré schématiquement en Inv., qui réalise, avec un automatisme parfait, aux minutes paires, par exemple, les connexions indiquées en traits pleins, et aux minutes impaires les connexions indiquées en traits pointillés.

Dans le premier système, dû à Bréguet, le moteur était constitué par un barreau aimanté A (fig. 23), soumis à l'action de deux électro-aimants B C, disposés de telle sorte que les pôles se faisant vis-à-vis fussent de noms contraires. Les électro-aimants sont donc polarisés. Une première émission de courant aura pour effet de porter le barreau aimanté vers la droite, par exemple, et l'émission suivante de le porter vers la gauche, en vertu de ce principe que les pôles de même nom se repoussent, tandis que ceux de nom contraire s'attirent (considérer les pôles du barreau aimanté par rapport à ceux des électros). Le va-et-vient de l'aimant est utilisé pour actionner un rochet au moyen d'un double encliquetage (fig. 24) ; les cliquets C_1 et C_2 agissant en combinaison inverse sur le rochet qui tourne toujours dans le même sens.

Abandonné pendant plusieurs années, ce système d'équipement des horloges réceptrices fut repris et modifié par Hipp vers 1860 et obtint un gros succès en Allemagne et en Suisse. Hipp réussit, en 1876, à unifier l'heure sur sept cents cadrans disséminés dans les principaux centres horlogers de la Suisse.

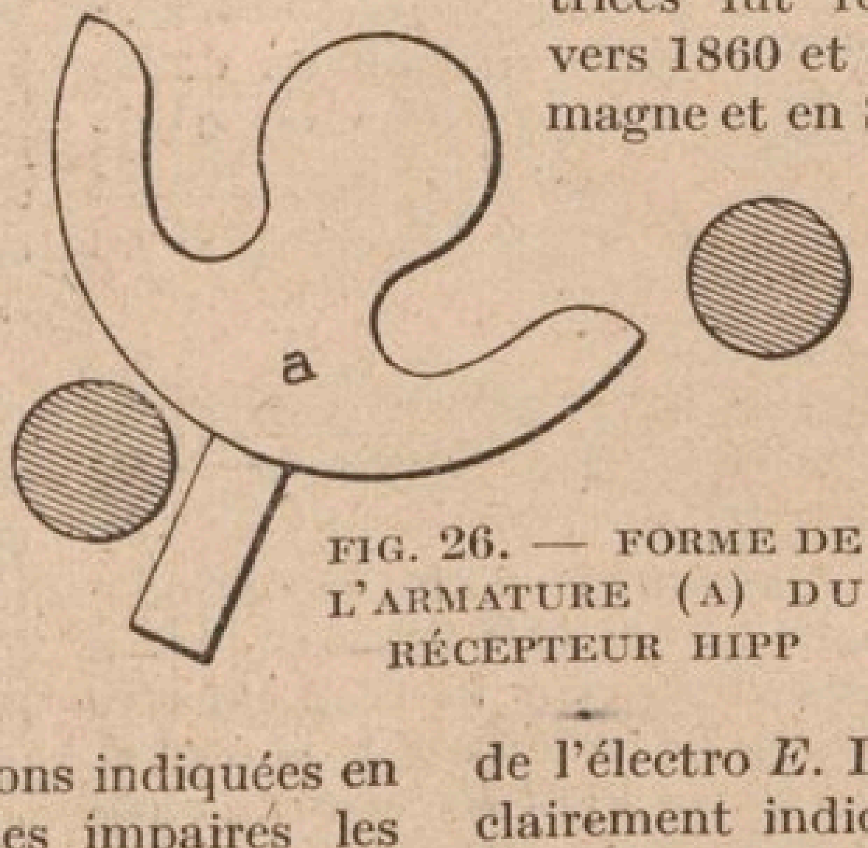
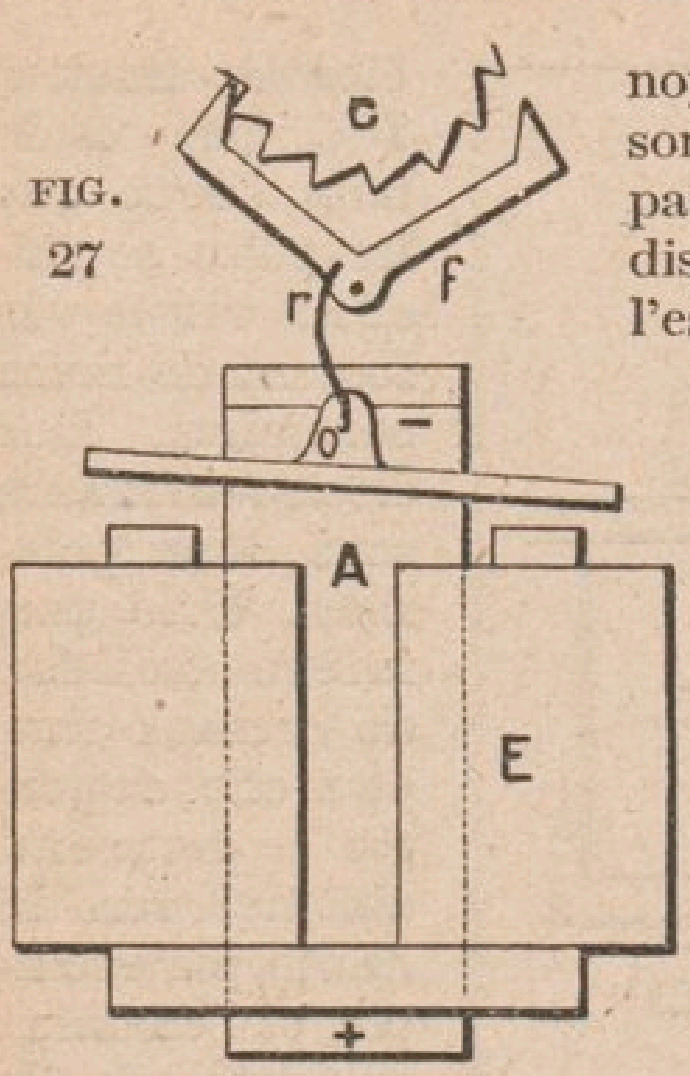


FIG. 26. — FORME DE L'ARMATURE (A) DU RÉCEPTEUR HIPP

Les horloges sont pourvues d'un aimant A (figure 25), dont une extrémité aimante l'armature a, l'autre extrémité polarisant également les deux noyaux de l'électro E. La disposition des pièces est clairement indiquée sur la figure. L'extrémité libre de l'aimant c_1 est placée très près de l'armature a, mobile autour de $x\,x'$, parallèle à l'axe des bobines; la forme de cette armature est donnée par la figure 26. Les

FIG. 27



RÉCEPTEUR MAGNETA

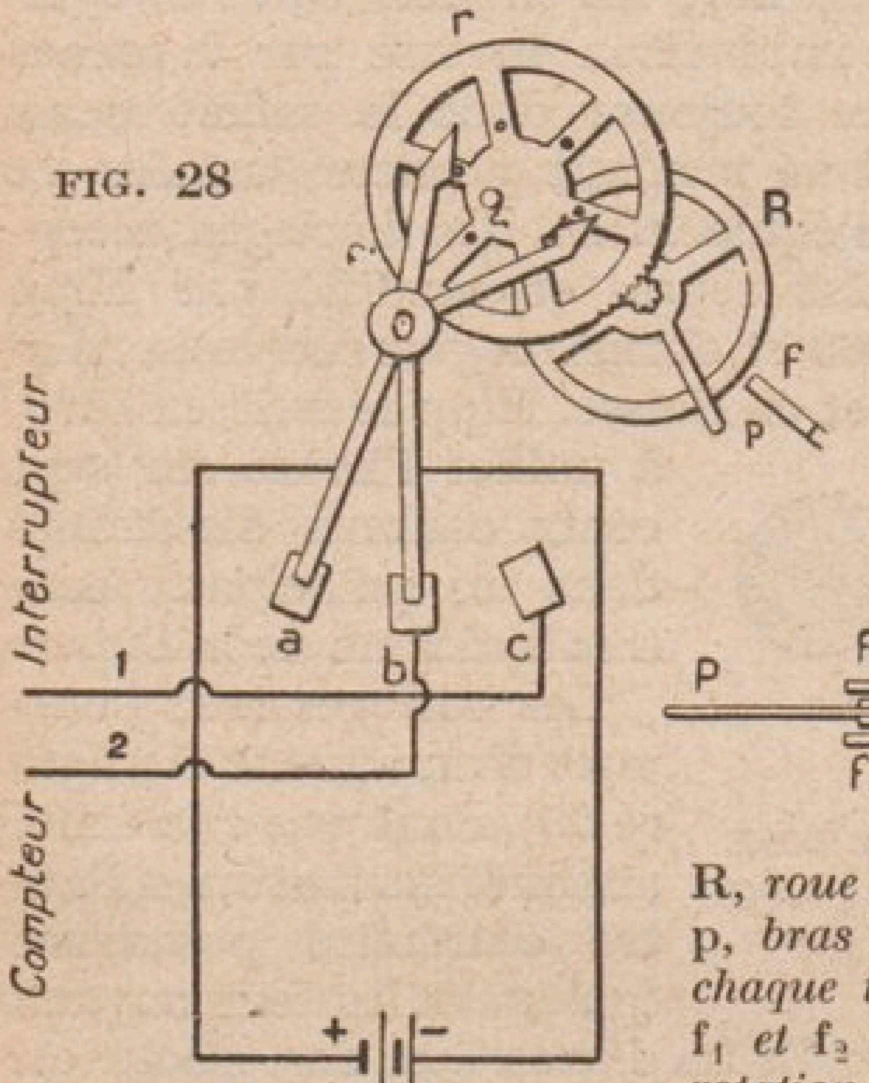
E, *électro-aimant ;* A, *aimant permanent ;* F, *ancre commandée par l'armature aimantée par l'intermédiaire d'un ressort* r ; C, *roue à rochet.*

noyaux de l'électro sont donc aimantés par le pôle c_2, tandis que l'armature l'est par le pôle c_1 ; l'attraction de l'armature a lieu puisque les deux pôles sont de nom contraire. Mais lorsqu'un courant parcourt l'électro, celui-ci devient un aimant temporaire indépendant du magnétisme de l'aimant *A* ; les pôles des extrémités des deux noyaux sont de noms contraires. L'armature restant toujours sous l'influence de l'aimant permanent sera repoussée par le pôle de même nom appartenant à l'électro et attirée par l'autre. Il en résultera un mouvement de bascule qui changera de sens sous l'action d'un courant de sens contraire dans l'électro-aimant.

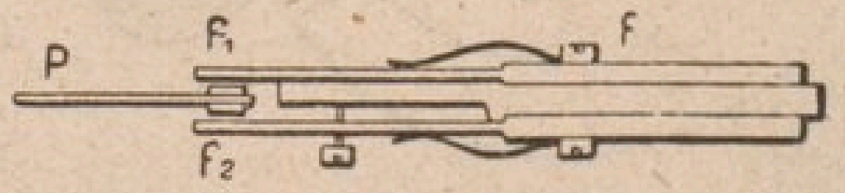
Ces mouvements sont utilisés pour agir sur une roue, dentée sur le côté *R* qui commande directement les aiguilles de l'horloge.

La Société Magneta, de Zurich, a exploité un système à peu près analogue dans lequel les mouvements de l'armature commandent, par un ressort *r*, une ancre *F* faisant avancer chaque fois d'une demi-dent la roue à rochet *C* qui entraîne la minuterie (fig. 27). Dans un autre système, le courant distributeur parcourt une bobine B (fig. 29), enroulée sur un noyau de fer doux à deux épanouissements polaires e_1 et e_2, capable de tourner autour d'un axe *O*, entre les pôles d'un aimant *A*. Sous l'influence des courants, les épanouissements de la bobine s'aimantent ; des attractions et des répulsions magnétiques s'exercent entre les épanouissements et l'aimant et la bobine se déplace dans un sens ou dans l'autre, suivant le sens du courant qui la parcourt. La roue à rochets *R* (fig. 30 et 31) est alors entraînée soit par l'intermédiaire d'une ancre, soit simplement par deux cliquets *C* et *C'*. Ce système, dû à MM. Brillié

FIG. 28

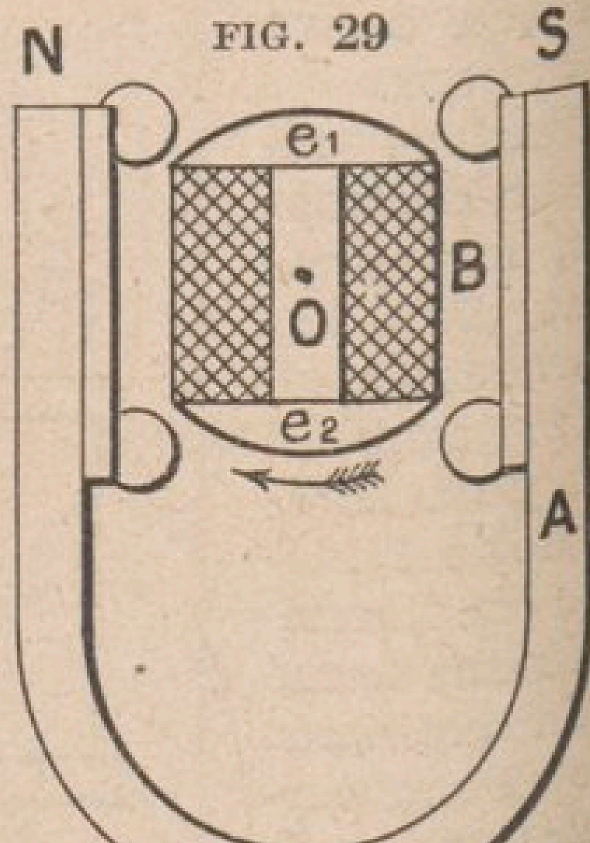


PRINCIPE DU DISTRIBUTEUR HIPP



R, *roue faisant un tour par minute ;* p, *bras de la roue* R *s'engageant à chaque tour entre les deux branches* f_1 *et* f_2 *d'une pince* F ; O, *axe de rotation du levier formant ancre auquel sont fixés les deux ressorts de l'inverseur de courant ;* r, *roue dentée à six goupilles faisant un tour en douze minutes. Les passages des goupilles entre les deux bras du levier formant ancre amènent les ressorts de l'inverseur sur les contacts* a b *ou* b c *pour l'envoi des courants alternativement positifs et négatifs aux horloges réceptrices.*

FIG. 29



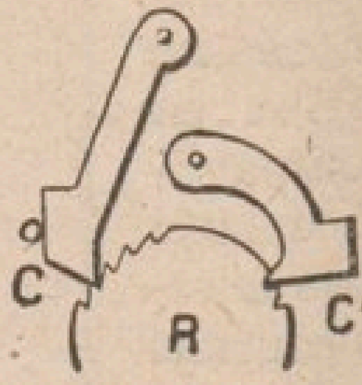


FIG. 30

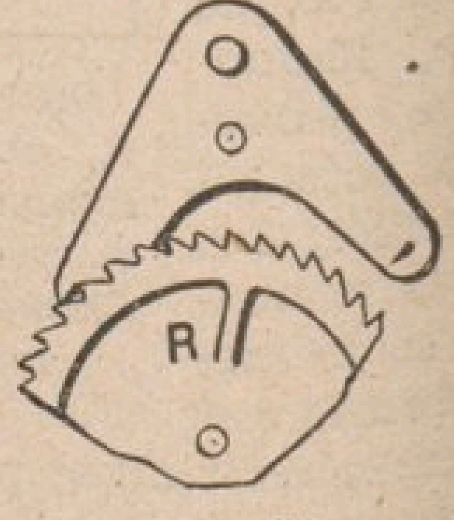


FIG. 31

RÉCEPTEUR BRILLIÉ

B. *bobine capable de tourner autour d'un axe* O ; e_1, e_2, *épanouissements polaires de la bobine ;* A, *aimant permanent ;* N, S, *pôles de l'aimant ;* R, *roue à rochet entraînée par l'intermédiaire de deux cliquets* C C' *(fig. 30) ou d'une ancre (fig. 31).*

frères, possède l'avantage de comporter un dispositif semblable en tous points à celui d'un moteur magnéto-électrique; le rendement est comparable à celui des récepteurs du système Grassot.

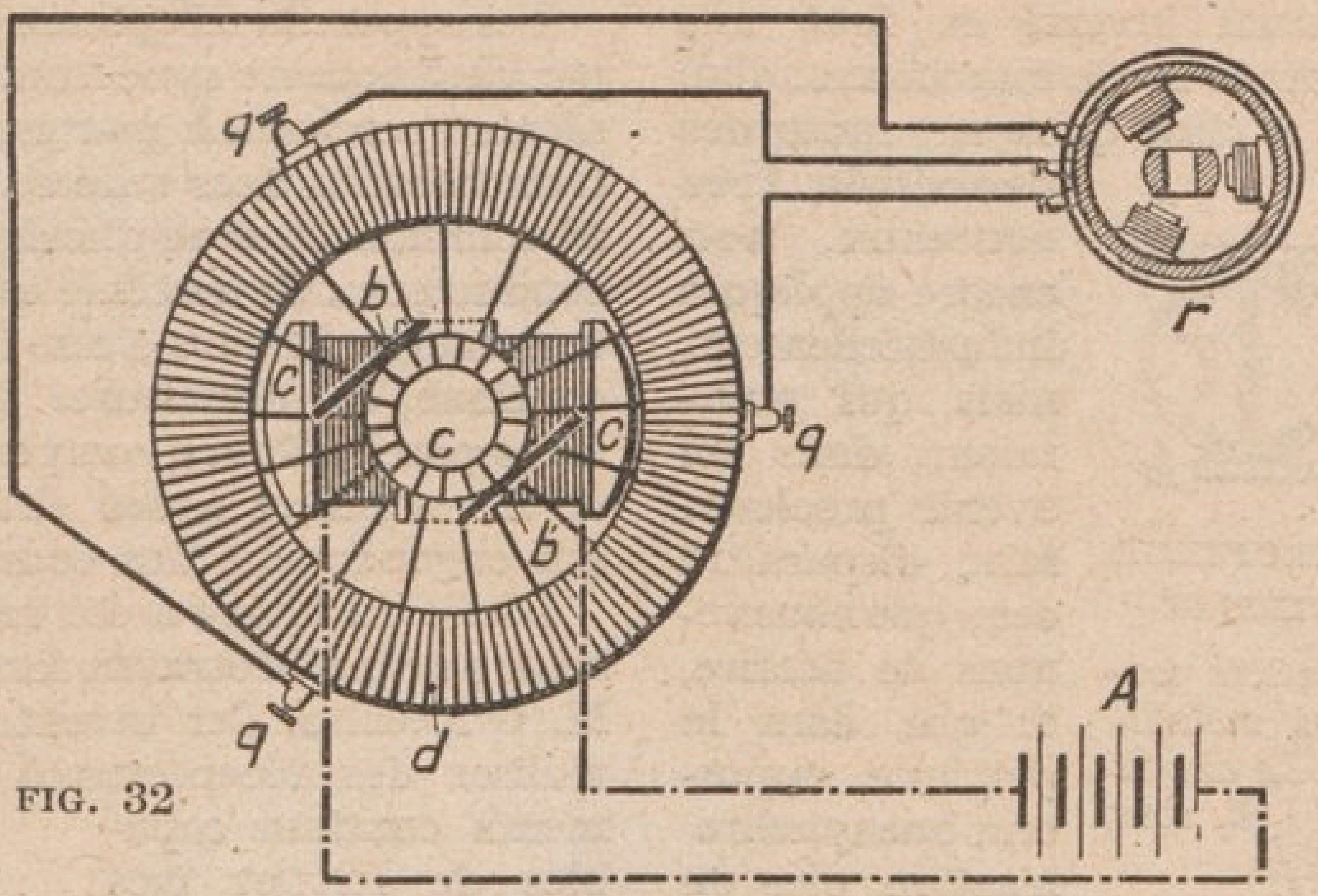


FIG. 32

SYSTÈME THURY POUR LA DISTRIBUTION DE L'HEURE

A, *source d'énergie électrique;* d, *anneau Gramme fixe;* C, *collecteur fixe;* c c', *pôles inducteurs tournants;* b b', *balais tournants;* q, *bornes de connexion;* r, *récepteur synchrone.*

La construction est telle, que le passage de deux goupilles placées sur un même diamètre donne successivement deux positions différentes aux ressorts du levier. Ces derniers viennent en contact, suivant l'une ou l'autre de ces positions, sur les plots *a* et *b* ou sur les plots *b* et *c*. Notre figure 28 montre nettement comment s'effectuent les envois de courants positifs et négatifs d'après les positions respectives des deux ressorts sur les plots.

Horloges distributrices.

Les horloges distributrices de courant direct doivent seulement assurer un bon contact; la même obligation est imposée à celles qui distribuent des courants alternatifs, et, de plus, il leur faut posséder un bon inverseur. De là, une double difficulté à résoudre supplémentaire. Nous allons indiquer quelques solutions.

Dans le système Hipp, une roue *R*, appartenant au rouage actionnant la pendule-mère, fait un tour par minute, un bras isolé *r*, dont l'extrémité est garnie de platine, tourne avec le rochet et vient s'engager à chaque tour, c'est-à-dire à chaque minute, entre les deux lames f_1 et f_2 d'une pince *F* (fig. 28).

Ces deux lames, ordinairement isolées l'une de l'autre, sont alors réunies par le bras et ferment le circuit des compteurs électro-chronométriques.

Ce dispositif original constitue l'interrupteur proprement dit.

Le renverseur de courant est constitué par deux grands ressorts appartenant à un levier mobile autour d'un axe *O*. Ce levier est à deux branches entre lesquelles se meut une ancre, actionnée par l'horlogerie de la distributrice, pourvue de six bras et de six goupilles disposées sur les rayons d'une roue dentée *r* faisant un tour en douze minutes.

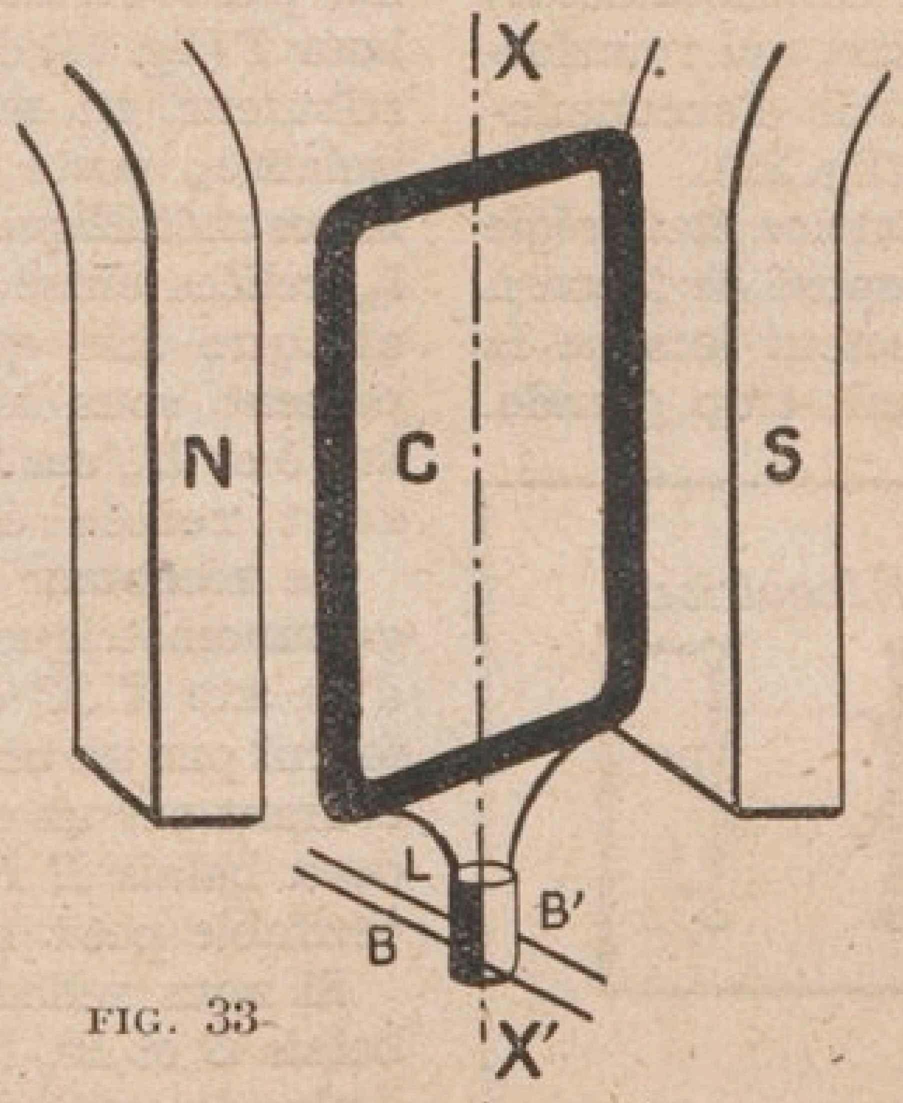


FIG. 33

RÉCEPTEUR SYSTÈME O'KEENAN

c, *cadre galvanométrique;* X X', *axe de rotation du cadre;* N S, *aimant permanent;* L, *lames du collecteur;* B B', *balais du collecteur.*

Une modification a été apportée par MM. Brillié frères au précédent système. Il est réalisé par une came à deux épaulements séparés l'un de l'autre par un arc de 174°. Les leviers obéissent à cette came pour distribuer alternativement le courant positif et le courant négatif aux horloges réceptrices. Tel quel, il fut adopté par la Société Magneta pour remplacer les horloges distributrices génératrices de courant du docteur Fischer. Dans ces appareils, l'énergie électrique était fournie par une magnéto qu'un mouvement de déclenchement, provoqué toutes les minutes par un mouvement d'horlogerie, faisait tourner d'un quart de tour tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. Cette solution, supprimant piles et contacts, était fort séduisante, mais le remontage de la pendule-mère, actionnée par un poids très lourd, devait s'effectuer tous les jours. Cette sujétion fit abandonner le système. Mais le principe conserve quand même des partisans déterminés et les distributions à courant

direct et à courant inversé se font une concurrence acharnée sur le marché mondial.

Il nous reste à dire quelques mots des procédés très nouveaux, non encore appliqués industriellement, mais qui pourraient, dans un avenir prochain, faire disparaître ceux que nous venons de décrire, et qui, dans la pratique, apportent une synchronisation plus ou moins parfaite du mouvement des aiguilles des divers cadrans.

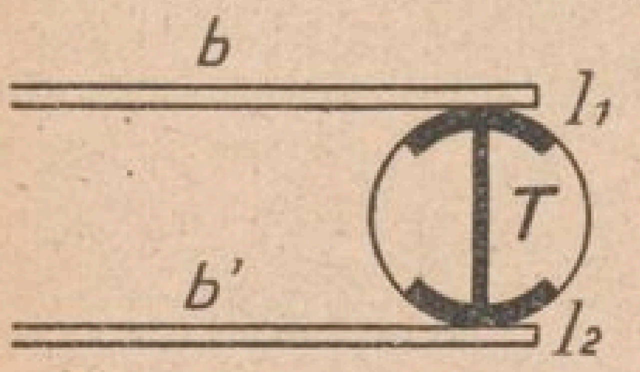


FIG. 34. — INTERRUPTEUR TOURNANT O'KEENAN

T, tambour en matière isolante; l_1 l_2, *lames métalliques;* b b', *balais. Le circuit est fermé lorsque* l_1 l_2 *sont sous les balais.*

On sait qu'une synchronisation parfaite est réalisée entre les moteurs synchrones branchés sur une distribution de courant alternatif. Il est extrêmement séduisant d'appliquer cette propriété à l'horlogerie.

A l'Exposition Universelle de 1900, on pouvait voir une distribution, construite sur les indications de M. Thury, dans laquelle l'horloge-mère était constituée par une commutatrice (dynamo-moteur transformateur) à axe vertical et à induit fixe, qui transformait le courant d'une batterie d'accumulateurs en courants triphasés (fig. 32).

La vitesse de la commutatrice était régie par un pendule conique, disposé de façon à augmenter le courant inducteur lorsque la vitesse de l'appareil devenait trop grande.

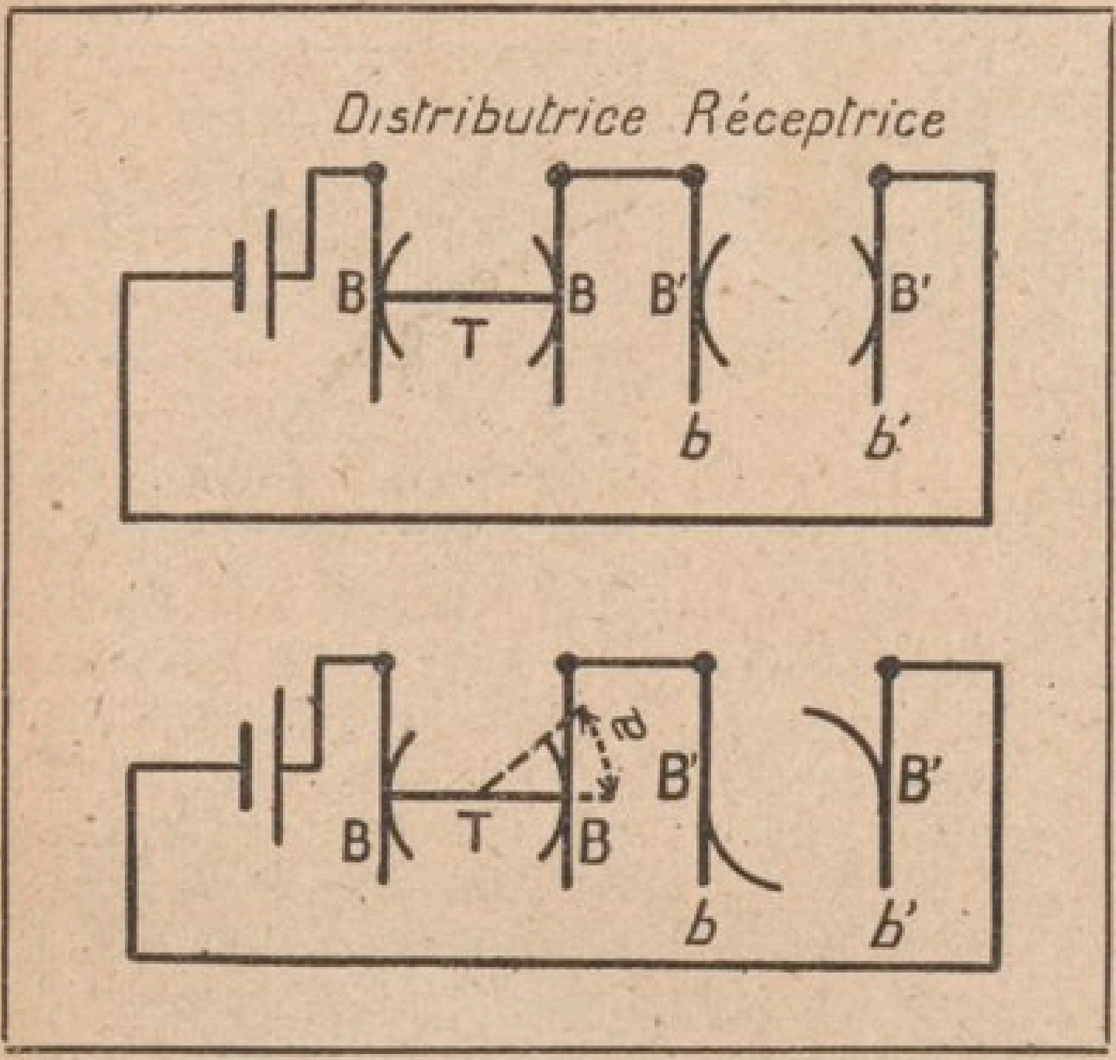


FIG. 35. — SCHÉMAS EXPLIQUANT LE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME O'KEENAN

T T, *tambour;* B B', *balais du distributeur;* b b', *balais du récepteur.*

Les appareils récepteurs étaient constitués par des moteurs synchrones, composés d'un aimant permanent pouvant tourner devant trois bobines fixes reliées entre elles par un fil commun et avec l'horloge-mère par trois conducteurs. Ce système avait l'avantage de transmettre l'heure d'une façon absolument continue et silencieuse. Malheureusement, les appareils Thury comportaient des pièces de fer soumises à des champs variables et qui engendraient des courants parasites.

L'idée de Thury a été reprise tout récemment par un électricien fort connu, M. O'Keenan. Cet inventeur a pu réaliser des récepteurs à mouvements continus capables de lutter très avantageusement avec les meilleurs adoptés jusqu'à ce jour.

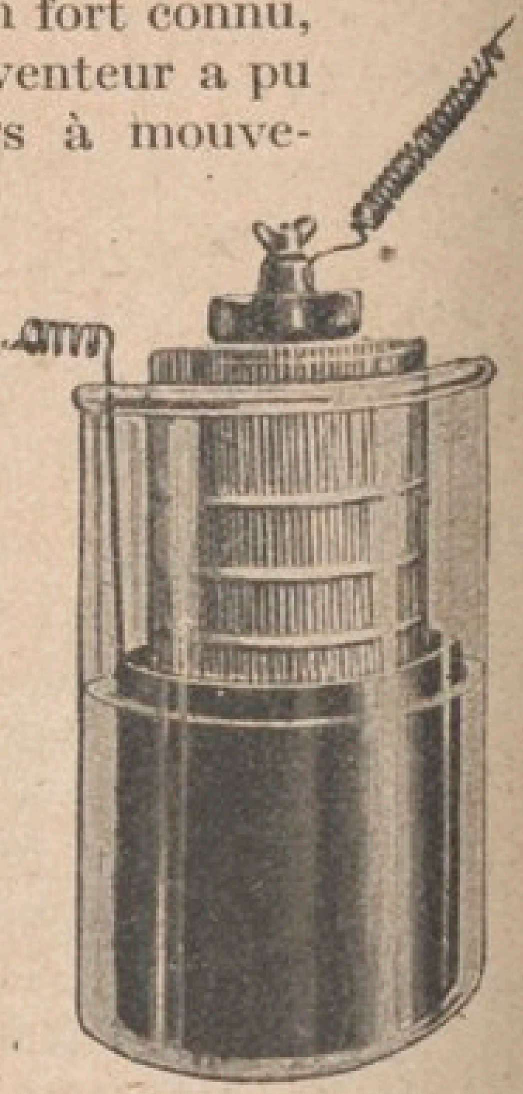


FIG. 36. — PILE WARNON DE 120 A.-H. CONVENANT POUR L'HORLOGERIE ÉLECTRIQUE

La pendule distributrice porte un axe faisant cent tours par minute. Cet axe est muni d'un interrupteur tournant, capable de fermer le circuit des récepteurs deux fois par tour. Le tambour *T* (fig. 34) du distributeur, en matière isolante, porte deux lames métalliques l_1 et l_2, reliées entre elles; chaque fois qu'elles passent sous les balais *b* et *b'*, ces balais sont reliés électriquement (figure 35).

Le récepteur comporte un simple cadre galvanométrique *C*, capable de tourner autour d'un axe *X X'* dans un champ magnétique fourni par un aimant *NS*. Ce cadre reçoit le courant par un collecteur à deux lames *L* et deux balais *B B'*. L'ensemble constitue un véritable petit moteur sans fer (figure 33).

Si nous relions les pôles d'une pile aux balais *B* et *B'*, le cadre se mettra à tourner à plus de cent tours par minute, recevant du courant pendant toute la durée du passage des lames du collecteur sous les balais.

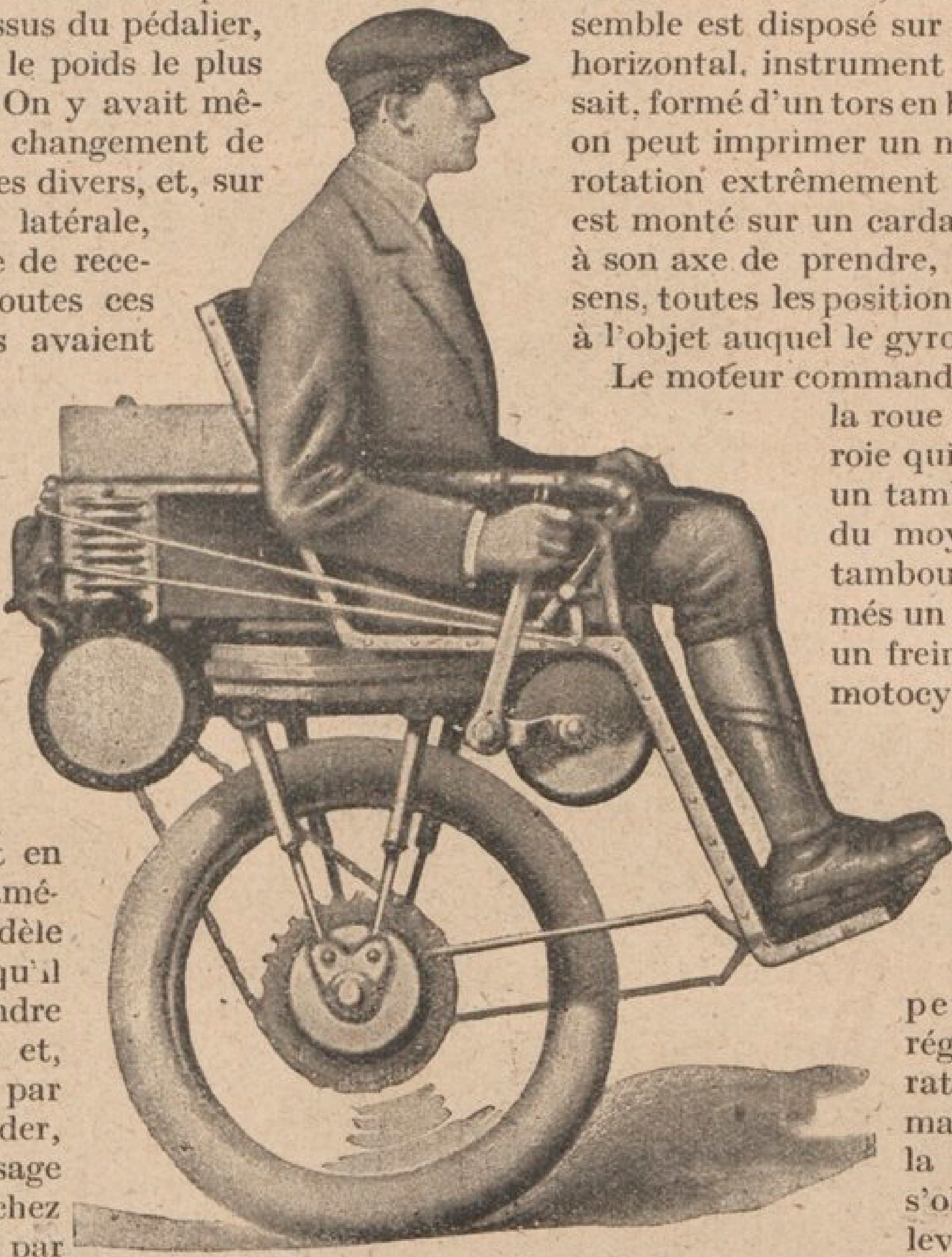
Si nous interposons une distributrice dans le circuit, le moteur récepteur, après quelques hésitations, ralentit et se met à tourner à la vitesse de l'interrupteur distributeur, c'est-à-dire à cent tours par minute.

La transmission du mouvement aux aiguilles est faite par un train démultiplicateur convenable.

R. CHEVALIER.

UNE MOTOCYCLETTE A ROUE UNIQUE

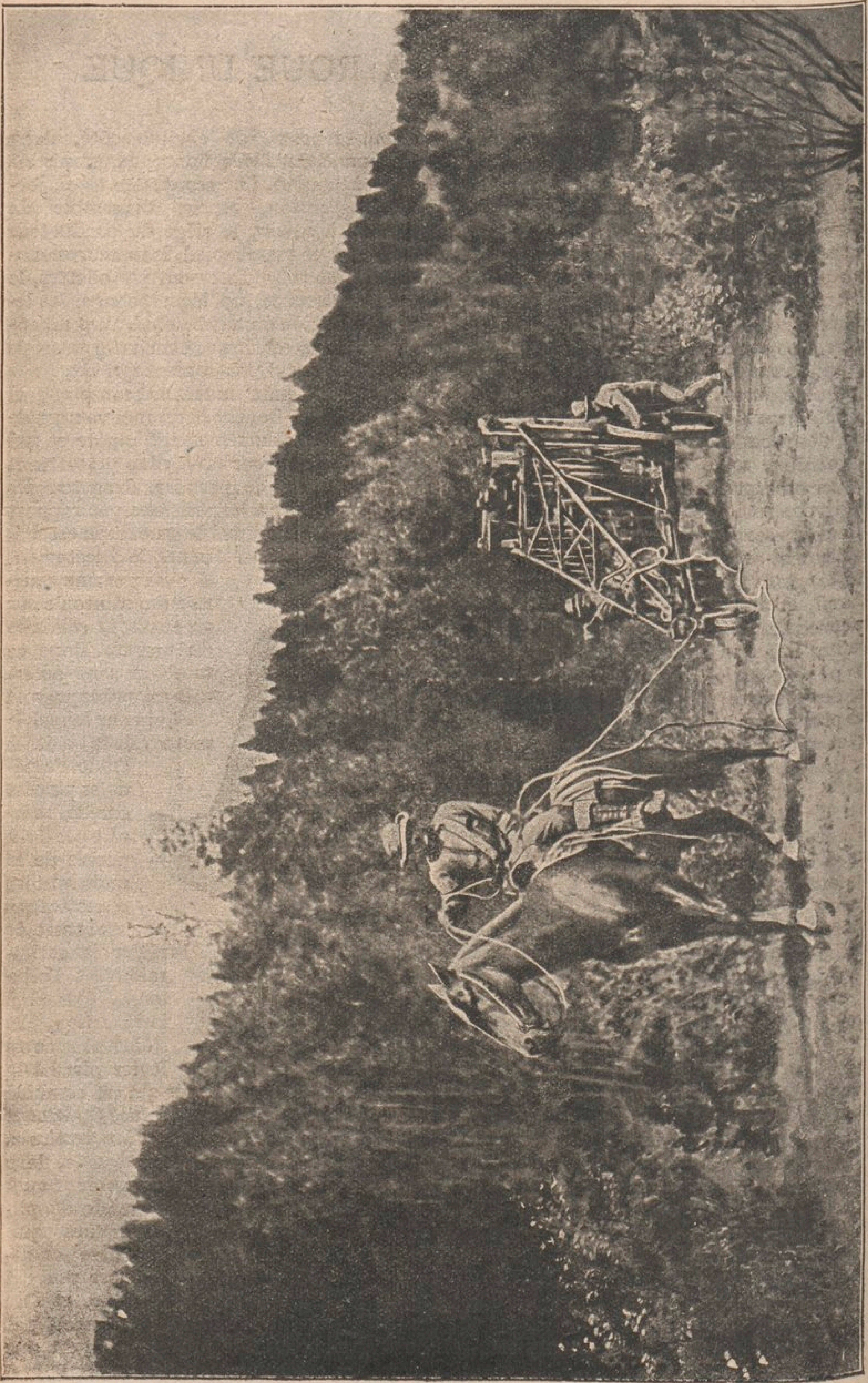
Voici un nouvel appareil de transport dont l'image, sinon l'instrument lui-même, nous arrive d'Amérique ; il s'agit d'une motocyclette à roue unique. Nous avions coutume, jusqu'à aujourd'hui, de voir la motocyclette, qui n'est autre chose qu'une bicyclette à laquelle on a ajouté un moteur, supporter son voyageur sur deux roues, le moteur étant placé entre elles, au-dessus du pédalier, de façon à ramener le poids le plus près possible du sol. On y avait même ajouté depuis un changement de vitesse, des accessoires divers, et, sur une troisième roue latérale, un panier susceptible de recevoir un voyageur. Toutes ces additions successives avaient naturellement augmenté le poids de l'appareil, et amené les constructeurs à adopter des moteurs plus puissants, des pneumatiques plus volumineux et plus coûteux ; bref, on avait fait du sidecar une sorte de voiturette avec le confort en moins. L'inventeur américain, auteur du modèle ci-dessus, a pensé qu'il y avait lieu de prendre la méthode inverse, et, au lieu de procéder par additions, de procéder, comme il a été d'usage pendant la guerre chez tous les belligérants, par restrictions. Plus de sidecars ; plus de changements de vitesses ; pour éviter du poids, pour supprimer un point de frottement sur le sol qui représente une perte de force et nuit au rendement du moteur, il n'a plus conservé qu'une roue. Mais c'est là que le problème devenait difficile : comment donner à cet engin l'équilibre nécessaire pour que le voyageur qui s'y confierait pût s'y maintenir d'aplomb. Tout le monde n'est pas forcé d'être acrobate.



L'emploi du gyroscope a donné la solution du problème. Sur le moyeu de la roue viennent reposer, de chaque côté, deux tiges jouant dans des fourreaux garnis de ressorts à boudin. Sur ces quatre tiges, formant suspension, repose l'ensemble de l'appareil, à savoir, le siège du conducteur avec dossier et marchepied, le moteur monocylindrique à refroidissement par ailettes, le réservoir d'essence, un léger bagage, les leviers de commande, etc... Tout cet ensemble est disposé sur un gyroscope horizontal, instrument qui est, on le sait, formé d'un tors en bronze auquel on peut imprimer un mouvement de rotation extrêmement rapide et qui est monté sur un cardan permettant à son axe de prendre, dans tous les sens, toutes les positions par rapport à l'objet auquel le gyroscope est lié.

Le moteur commande directement la roue par une courroie qui s'enroule sur un tambour solidaire du moyeu. Dans ce tambour sont enfermés un embrayage et un frein sur lequel le motocycliste agit à l'aide de pédales placées sur le marchepied ; à portée de la main sont les manettes qui permettent de régler la carburation et l'allumage. Quand à la direction, elle s'obtient avec un levier placé à la droite du conducteur, levier qui est combiné avec un gyroscope plus petit, placé également sous le siège, mais dans la position verticale.

Telle est cette invention américaine, dans laquelle son auteur semble avoir voulu rechercher, avant tout, une grande simplification par suppression d'organes qui, théoriquement, pouvaient paraître essentiels ; mais il a dû les remplacer par cet organe délicat qu'est le gyroscope, et l'on est tenté de se demander s'il n'y aurait pas lieu d'appliquer ici le proverbe qui dit que « le mieux est souvent l'ennemi du bien ».



APPAREIL SPÉCIAL DE SONDAGE REMORQUÉ PAR UN CHEVAL ET AMENÉ A PIED D'ŒUVRE, DANS LE FAR-WEST AMÉRICAIN

LA RECHERCHE DES RICHESSES ENFOUIES DANS LES PROFONDEURS DU SOL

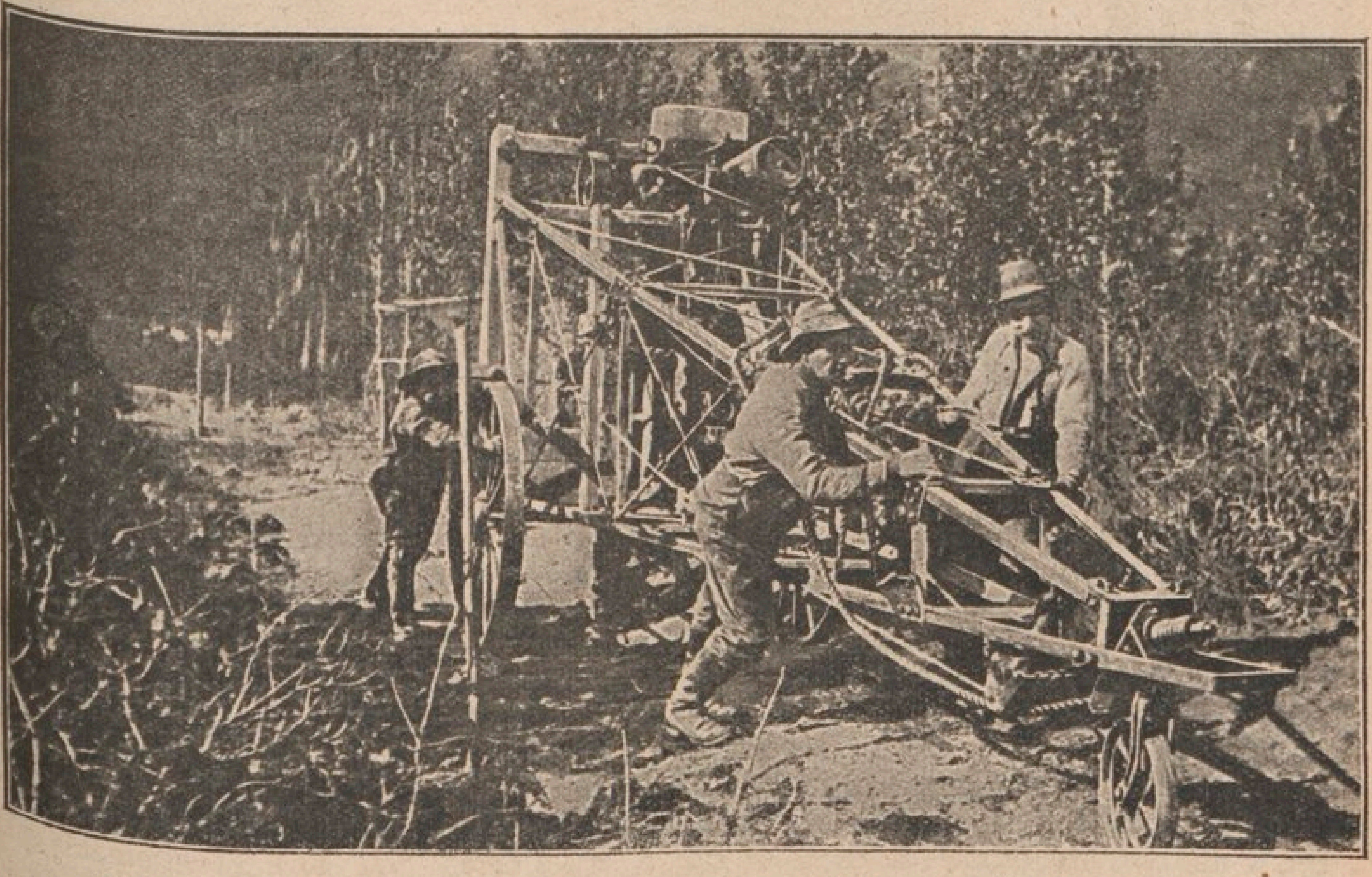
Par Charles LORDIER

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

La surface des contrées inexplorées diminue de jour en jour, et la découverte de minerais existant à fleur de sol devient de plus en plus rare ; cependant, la consommation des matières minérales s'accroît rapidement. C'est pourquoi, en temps de guerre comme pendant la paix, aucune recherche ne passionne plus l'homme que celle des richesses enfouies dans le sein de la terre. Malgré l'importance des immenses capitaux placés dans des entreprises minières, souvent très rémunératrices, les chercheurs de métaux, de combustibles, et de tous les minéraux utilisés dans l'industrie, ont encore fort à faire, même dans la vieille Europe, même dans le sous-sol de notre France qui passe peut-être injustement pour être plus pauvre que celui d'autres pays voisins parce qu'il n'a pas encore été assez fouillé.

Le métier de prospecteur ou découvreur de mines est un des plus difficiles et des plus aventureux de ceux qui s'offrent aux ingénieurs géologues. On a peine à se figurer quel travail et quelle science exigent la découverte et l'évaluation exacte et complète de la valeur d'un gisement de houille, de fer ou d'or.

Le hasard avait autrefois une part importante dans l'*invention* des mines à cause des nombreuses traces superficielles qui décelaient l'existence des amas de minerais contenus dans les entrailles de la terre. Aujourd'hui, c'est, au contraire, à la suite de longues et patientes déductions que le géologue conclut à l'existence souterraine de



DANS CERTAINS CAS, LE PERSONNEL DOIT TRAINER LUI-MÊME LA SONDEUSE

On voit que les montants verticaux de l'appareil de sondage forment le châssis du chariot, qui devient ainsi un tricycle plus ou moins facile à conduire jusqu'au point d'utilisation au milieu de la brousse.

couches et de filons minéralisés, cachés sous des forêts ou sous des champs de blé. C'est ainsi que, d'après l'allure des couches de charbon exploitées depuis longtemps en Belgique, puis à Anzin, on est arrivé à deviner celles du bassin du Pas-de-Calais, ainsi que leurs prolongements anglais, de l'autre côté du Détroit où l'on a fait des recherches

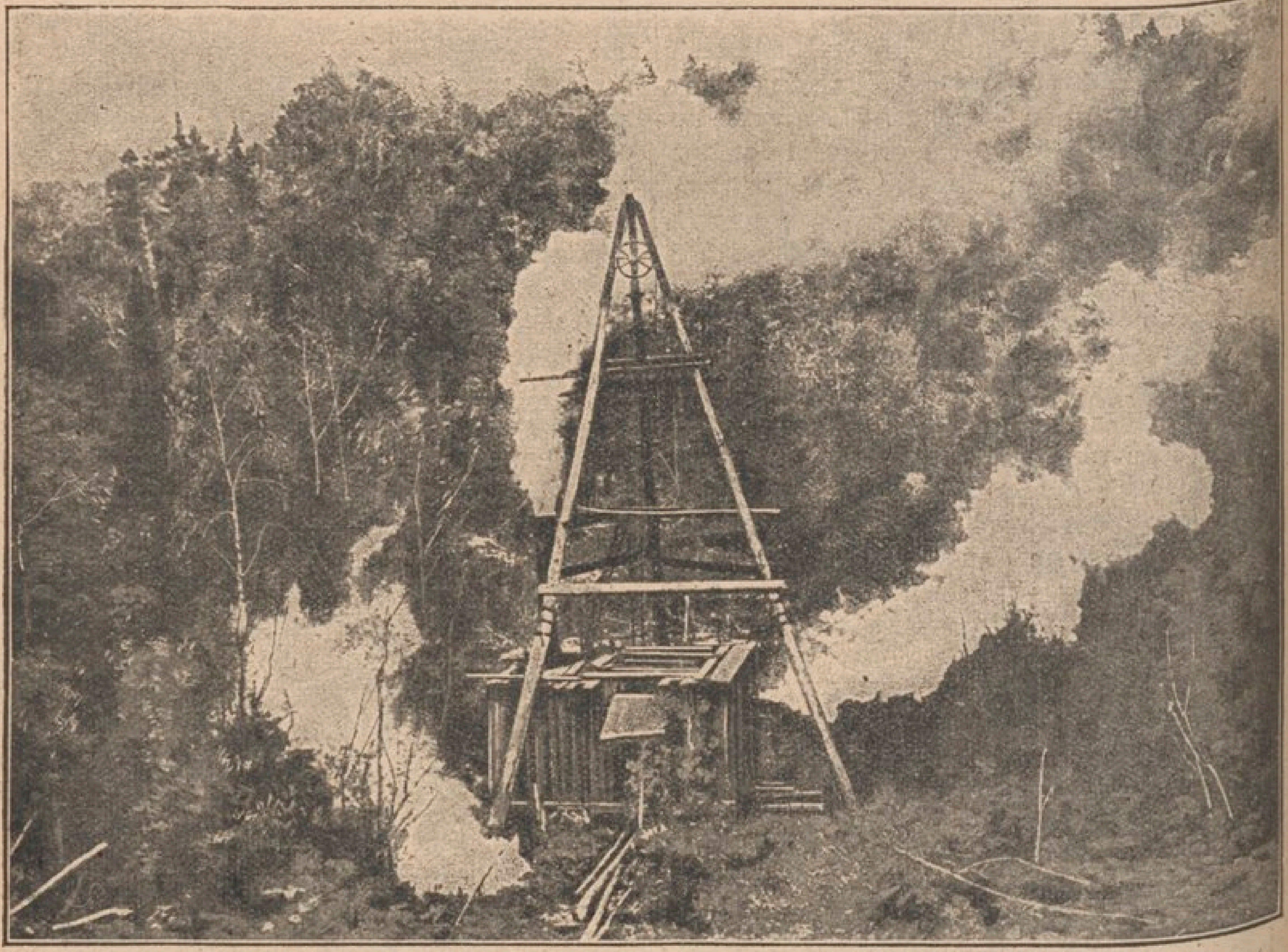
Si Bismarck avait été plus complètement renseigné sur la géologie du sous-sol lorrain par l'ingénieur Hauchecorn, il ne nous aurait pas concédé la possession du bassin de Briey.

Pendant la guerre, d'intéressantes découvertes minières ont été menées à bien par les ingénieurs français, notamment aux environs de Lyon, où est en voie d'organisation un important bassin houiller, dont l'existence a été pressentie d'après des observations faites sur le bassin voisin de Saint-Etienne, connu à fond depuis fort longtemps.

On a aujourd'hui étudié et exploité un nombre suffisant de gisements de toutes espèces pour qu'un prospecteur un peu exercé puisse conclure à la présence de certains minerais d'après la nature des terrains observés dans le voisinage. Ainsi l'on trouve souvent du cuivre dans le *permien* et du fer dans le *lias supérieur*, tandis que le sel gemme et le gypse apparaissent généralement dans le *trias*. De même, les gisements de sel et de pétrole sont souvent voisins les uns des autres comme en Roumanie, en Alsace, etc. Enfin, les filons se trouvent, la plupart du temps, au contact des schistes et c'est pourquoi les régions schisteuses sont souvent les plus intéressantes à prospecter.

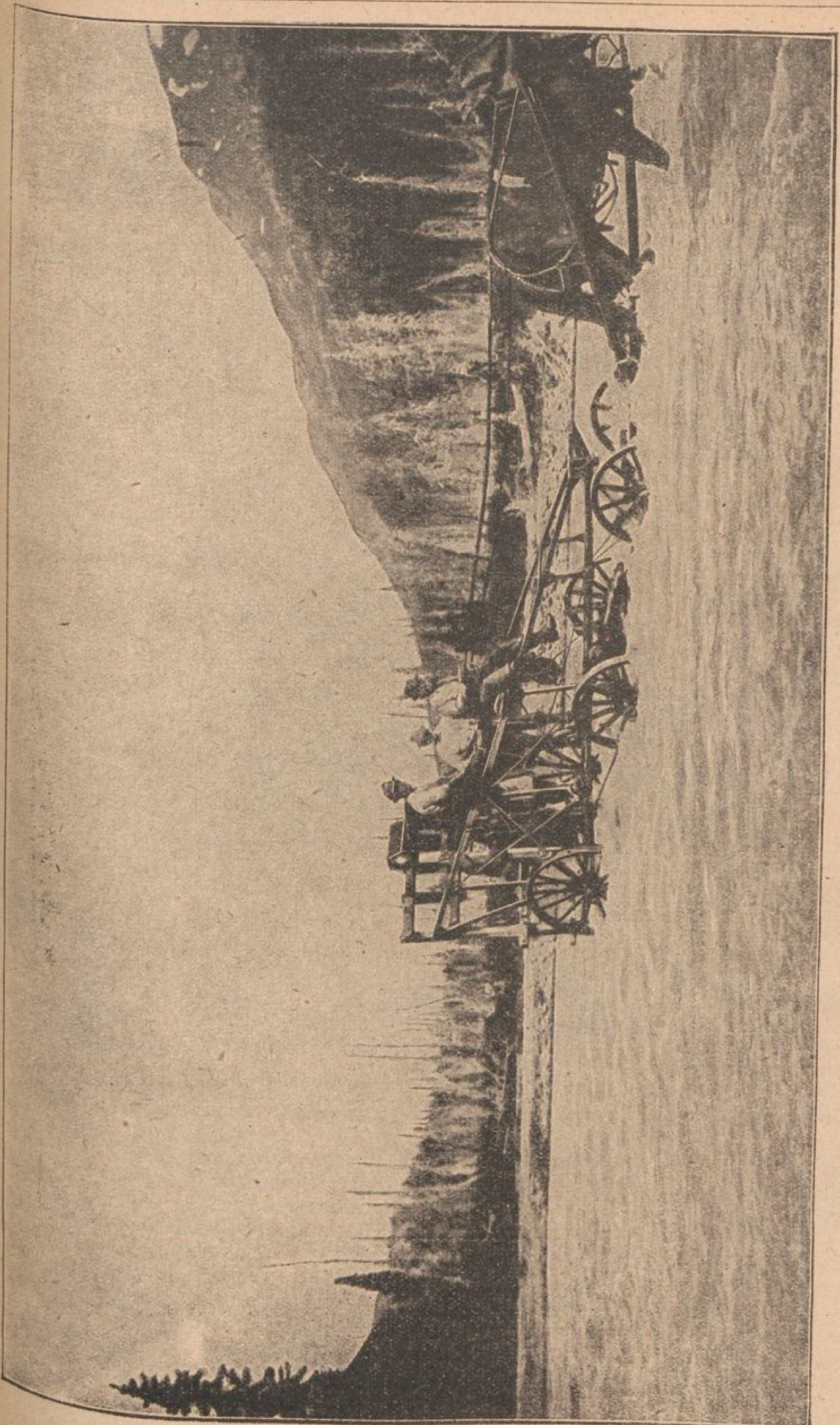
Certaines roches sont en relation étroite avec l'étain et l'or, comme les *granulites* des terrains anciens, tandis que les *porphyres* sont au voisinage de minerais cuivreux plombifères ou zincifères. Mais ces remarques n'ont pas une signification absolue et comportent des exceptions car on a trouvé de l'étain dans des roches tertiaires.

On a déduit de l'étude des gisements existants deux lois dites de *continuité* et de *parallélisme des gîtes*. En effet, les filons et les couches de minéraux sont théoriquement



SONDAGE EFFECTUÉ EN FORÊT POUR LA RECHERCHE D'UN GISEMENT DE CUIVRE

Cette photographie a été prise aux États-Unis pendant une campagne de sondages faite dans l'État de Michigan, à Palmir pour l'étude du gisement de cuivre de la mine Isabella (Cascade Range).



EN ROUTE POUR LA PROSPECTION D'UN PLACER AURIFÈRE SUPPOSÉ IMPORTANT, DANS LA CALIFORNIE

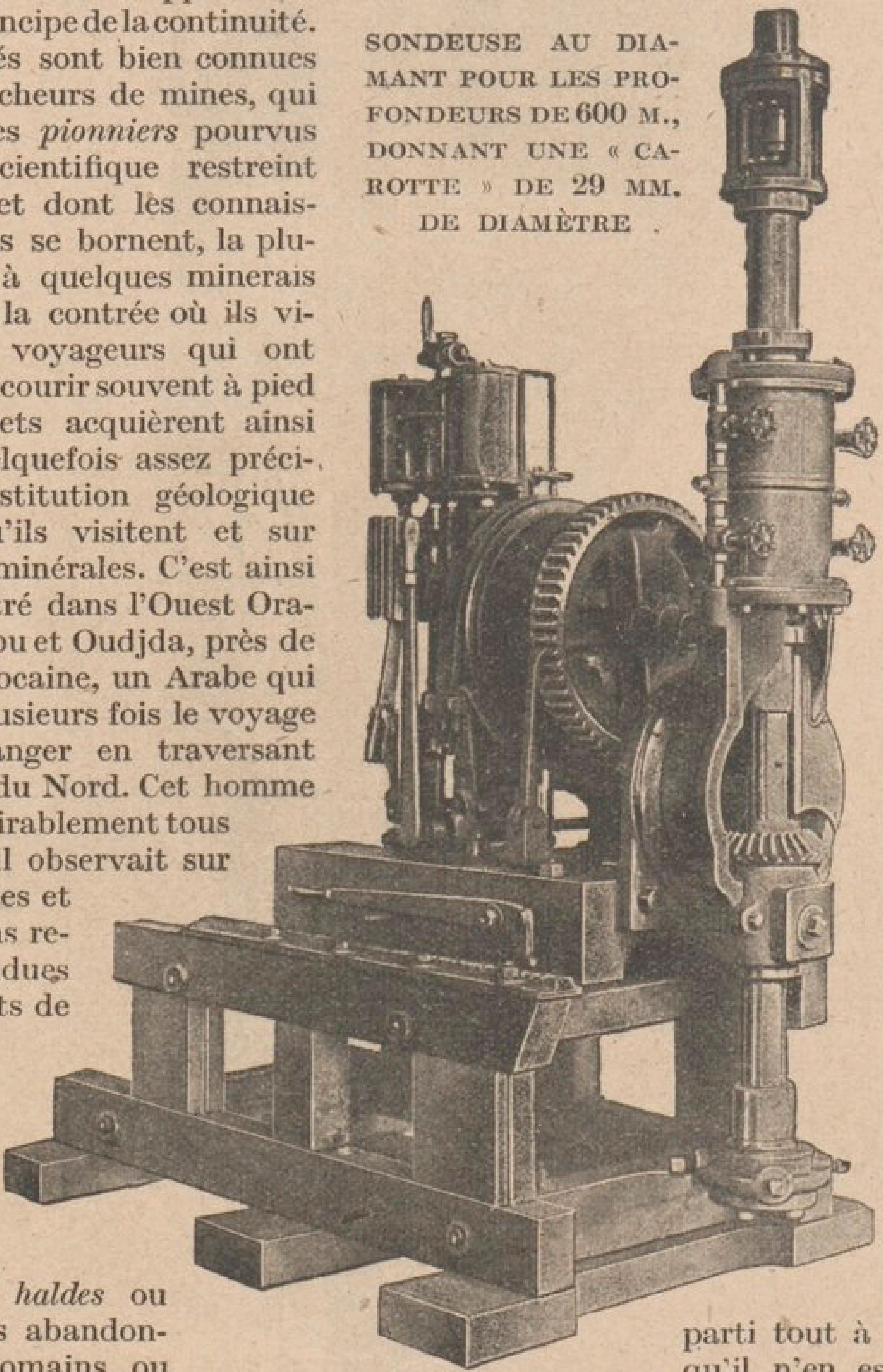
On voit, par cette photographie, que le personnel employé aux recherches minières n'est pas exempt de certains désagréments.

indéfinis et ne sont interrompus en direction que par des accidents, tels que les failles et les étranglements, au delà desquels ils reparaissent presque toujours sous leur aspect primitif. Nous avons fait allusion plus haut à la découverte de certains bassins houillers français due à une application judicieuse du principe de la continuité.

Ces généralités sont bien connues de tous les chercheurs de mines, qui sont souvent des *pionniers* pourvus d'un bagage scientifique restreint ou même nul, et dont les connaissances pratiques se bornent, la plupart du temps, à quelques minerais répandus dans la contrée où ils vivent. Certains voyageurs qui ont l'occasion de parcourir souvent à pied les mêmes trajets acquièrent ainsi des notions quelquefois assez précises sur la constitution géologique des régions qu'ils visitent et sur leurs richesses minérales. C'est ainsi que j'ai rencontré dans l'Ouest Oranais, entre Sebdou et Oudjda, près de la frontière marocaine, un Arabe qui avait effectué plusieurs fois le voyage du Caire à Tanger en traversant toute l'Afrique du Nord. Cet homme connaissait admirablement tous les cailloux qu'il observait sur le bord des routes et avait des notions relativement étendues sur les gisements de plomb, de zinc, etc. existant au Maroc, en Algérie, en Tripolitaine.

Les vieilles scories, les *haldes* ou tas de minerais abandonnés par les Romains ou par les Arabes, aussi bien en Afrique qu'en Europe, fournissent également des indices précieux aux prospecteurs occasionnels. Le rôle de ces derniers est cependant très limité, car celui de l'ingénieur géologue expert commence dès qu'il s'agit de terminer une prospection et d'en tirer des conclusions définitives, en ce qui concerne l'exploitabilité et la richesse d'un gîte.

L'expert qui arrive pour études sur le terrain que l'on suppose renfermer un gisement minéral débute par l'examen des *affleurements*, c'est-à-dire des *traces* visibles à la surface du sol. Au voisinage des couches de sel gemme, il existe fréquemment des sources salées, de même que la couleur des eaux des ruisseaux est verte près des filons de cuivre, et jaune d'ocre dans les districts ferrugineux. Les roches encaissantes de certains filons sont aussi très caractéristiques : c'est ainsi que les quartz accompagnent les minerais d'étain et d'or et que la fluorine et la barytine sont mélangées au plomb, la calcite à l'argent et les roches magnésiennes associées au cuivre.



SONDEUSE AU DIAMANT POUR LES PROFONDEURS DE 600 M., DONNANT UNE « CAROTTE » DE 29 MM. DE DIAMÈTRE

La mise à nu des affleurements est donc indispensable dans les cantons forestiers, que l'on débroussaille, soit par l'incendie ou par des coupes. Toutefois, il arrive fréquemment que les indications données par les observations superficielles ne correspondent nullement à des gîtes existant bien en profondeur.

Ce fait égare souvent les propriétaires de terrains, qui se figurent posséder de grandes richesses minérales, d'un parti tout à fait inespéré, alors qu'il n'en est nullement ainsi.

Pour l'étude d'une couche, on examine les variations de pente et de direction, ainsi que les plissements ou angles formés par le minerai dont l'existence peut, suivant les cas, augmenter ou diminuer la richesse de la couche en faisant varier son épaisseur.

Souvent, les minéraux sont décomposés à la surface ; les carbonates et les chlorures sont transformés en oxyde et les pyrites sont recouvertes d'un *chapeau de fer* formant crête, qui gêne la détermination des teneurs sur les affleurements, mais qui permet de suivre la formation, même s'il s'agit de filons. La présence de terrains de remplissage, déjà

vorables dans un filon, peut être une contre-indication pour l'exploitation de certaines mines métalliques. Ainsi, un minerai de fer pauvre, contenant trop de silice, ne pourra pas être traité, de même que la présence de la barytine dans une calamine gênera la préparation mécanique et l'extraction du zinc.

Certains minerais se présentent en amas ou en poches isolées les unes des autres, ce qui rend les recherches et les études très difficiles. Quelquefois, cependant, ces amas ont une importance considérable et procurent d'importants bénéfices, cas qui s'est présenté dans le Midi de la France à la riche mine de zinc des Malines, près de Ganges (Hérault).

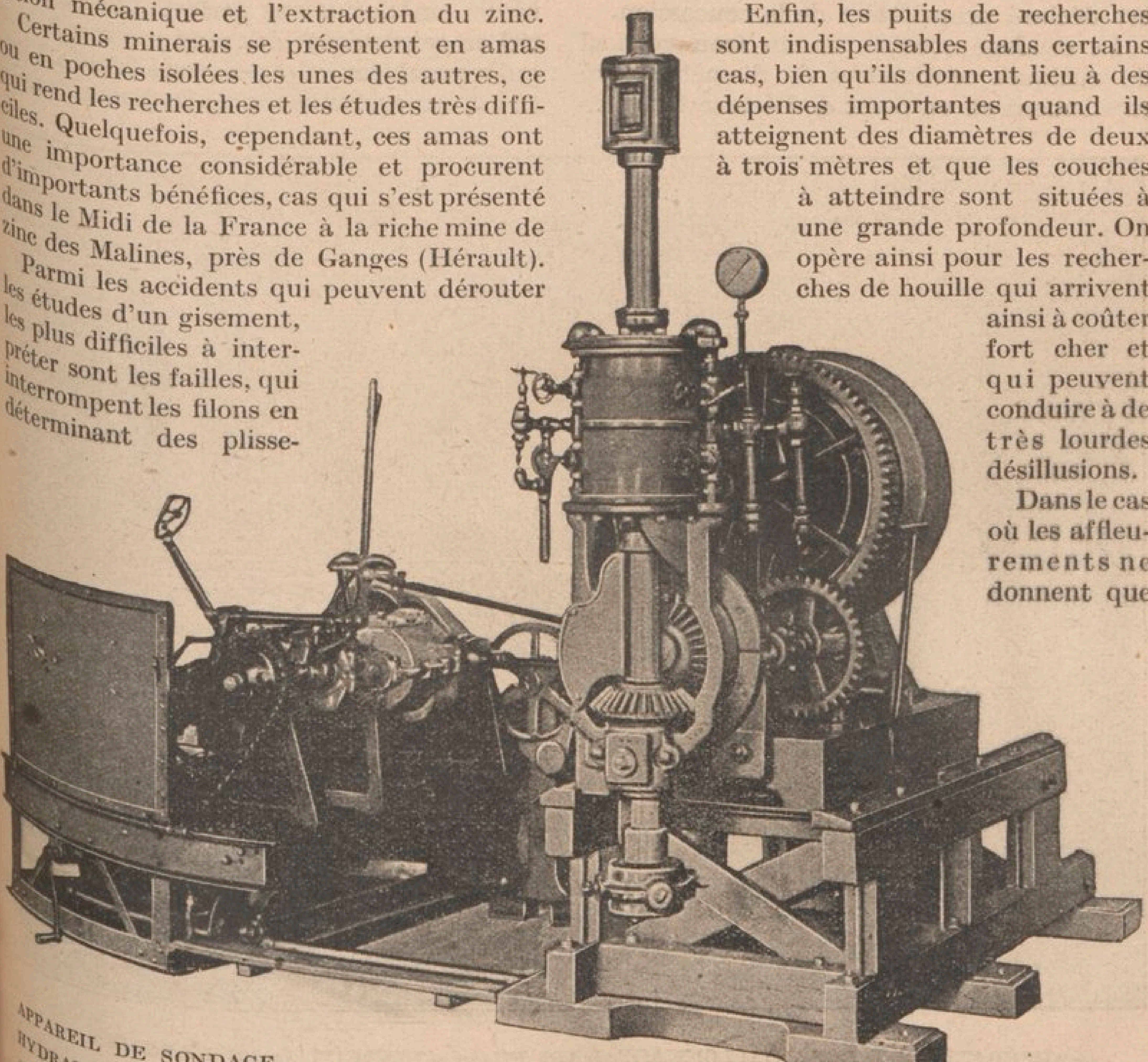
Parmi les accidents qui peuvent dérouter les études d'un gisement, les plus difficiles à interpréter sont les failles, qui interrompent les filons en déterminant des plissements ou des fractures créant des zones locales d'appauvrissement ou d'enrichissement.

On pourra effectuer des tranchées longitudinales ou transversales sur les affleurements pour prélever des échantillons destinés à l'analyse chimique. Ce mode de reconnaissance est moins coûteux que les galeries de recherche, boisées ou non, poussées suivant la direction du gîte, ou que les galeries descendantes, dites *descenderies*. Ces dernières s'imposent quand l'affleurement d'un gîte se présente sur les flancs d'une montagne, suivant son inclinaison et non pas suivant sa direction. Les galeries transversales ou travers-bancs permettent d'étudier facilement les gîtes inclinés qu'ils recoupent en un point où les décompositions de surface ne peuvent plus fausser l'évaluation ni la reconnaissance des filons métallifères.

Enfin, les puits de recherches sont indispensables dans certains cas, bien qu'ils donnent lieu à des dépenses importantes quand ils atteignent des diamètres de deux à trois mètres et que les couches à atteindre sont situées à une grande profondeur. On opère ainsi pour les recherches de houille qui arrivent ainsi à coûter fort cher et qui peuvent conduire à de très lourdes désillusions.

Dans le cas où les affleurements ne donnent que peu ou pas de renseignements, les mystères que cachent les entrailles de la terre restent entiers, et c'est une tâche particulièrement délicate que celle de l'expert, qui doit procéder à des recherches dans un district dans lequel certaines déductions de géologie théorique font supposer l'existence de couches ou de filons importants contenant des matières minérales intéressantes à exploiter.

Quand la profondeur d'un gîte dépasse une dizaine de mètres, l'exécution des puits et des galeries devient longue et dispendieuse, et c'est alors que l'on doit recourir au procédé



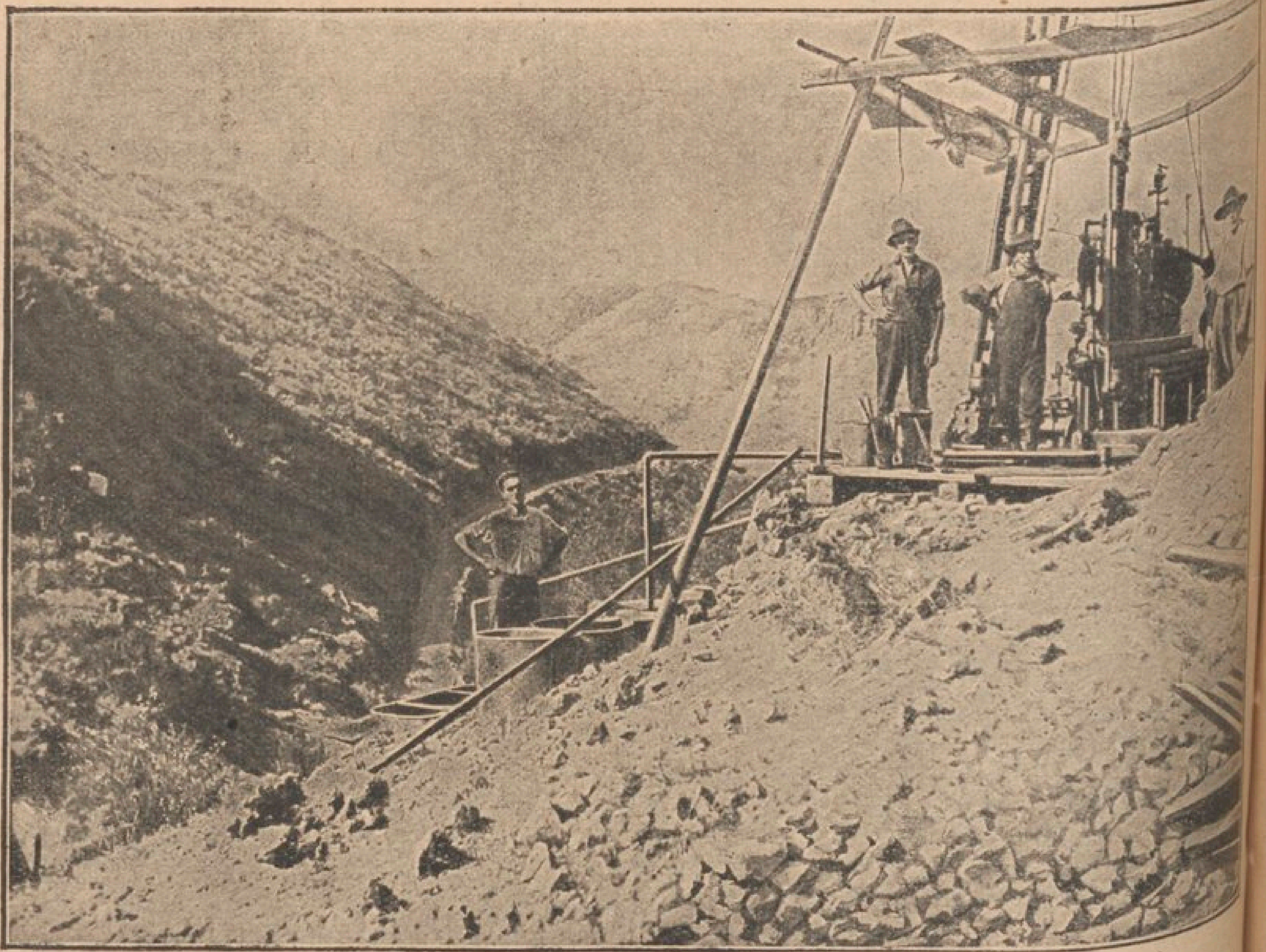
APPAREIL DE SONDAGE HYDRAULIQUE COMMANDÉ MÉCANIQUEMENT

La sondeuse est reliée à un moteur à essence à quatre cylindres par l'intermédiaire d'un joint dit universel. Le tout forme un ensemble compact facilement transportable et d'un entretien économique.

du sondage, surtout quand il faut aller vite pour hâter la découverte d'un gisement que l'on craint de voir passer entre les mains d'un concurrent plus heureux, car, en France, notamment, celui qui a le premier recoupé les couches caractéristiques d'un gîte minier est déclaré propriétaire de la concession.

Le sondage consiste en un trou vertical de quelques centimètres de diamètre, foré rapidement en un point de l'écorce terrestre la méthode dite *à la corde*, qui leur a servi à travailler tant bien que mal.

On emploie pour le sondage à la main la sonde Palissy, avec *trépan* et *tarière* en acier. On remonte les boues avec une cuiller après chaque battage du trépan. Les ingénieurs américains ont perfectionné ce matériel en construisant des sondes à manivelles, qui ressemblent à des perceuses à main. L'outil est une couronne munie de diamants noirs



OPÉRATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE D'UN FILON CUIVREUX DANS L'ARIZONA

Les boues retirées du trou de sondage sont recueillies dans une série de bacs d'acier dont on envoie le contenu desséché au laboratoire, dans des sacs plombés, afin d'éviter toute fraude des vendeurs du gisement

où l'on suppose qu'il existe un gisement d'un minéral intéressant à exploiter. On remonte des échantillons des terrains traversés, que l'on examine et que l'on classe avec soin.

On fait des sondages à toutes profondeurs. Pour les recherches de combustibles, on dépasse rarement 700 à 800 mètres au maximum, mais pour certaines substances, telles que les sels de potasse, on a exécuté en Prusse notamment à Paruschovitz, des sondages atteignant et même dépassant 2.000 mètres.

Ce procédé est très ancien, car les Chinois pratiquent depuis des milliers d'années des trous de faible profondeur dans le sol, par qui rode rapidement des trous de 40 millimètres, profonds de 100 mètres et plus.

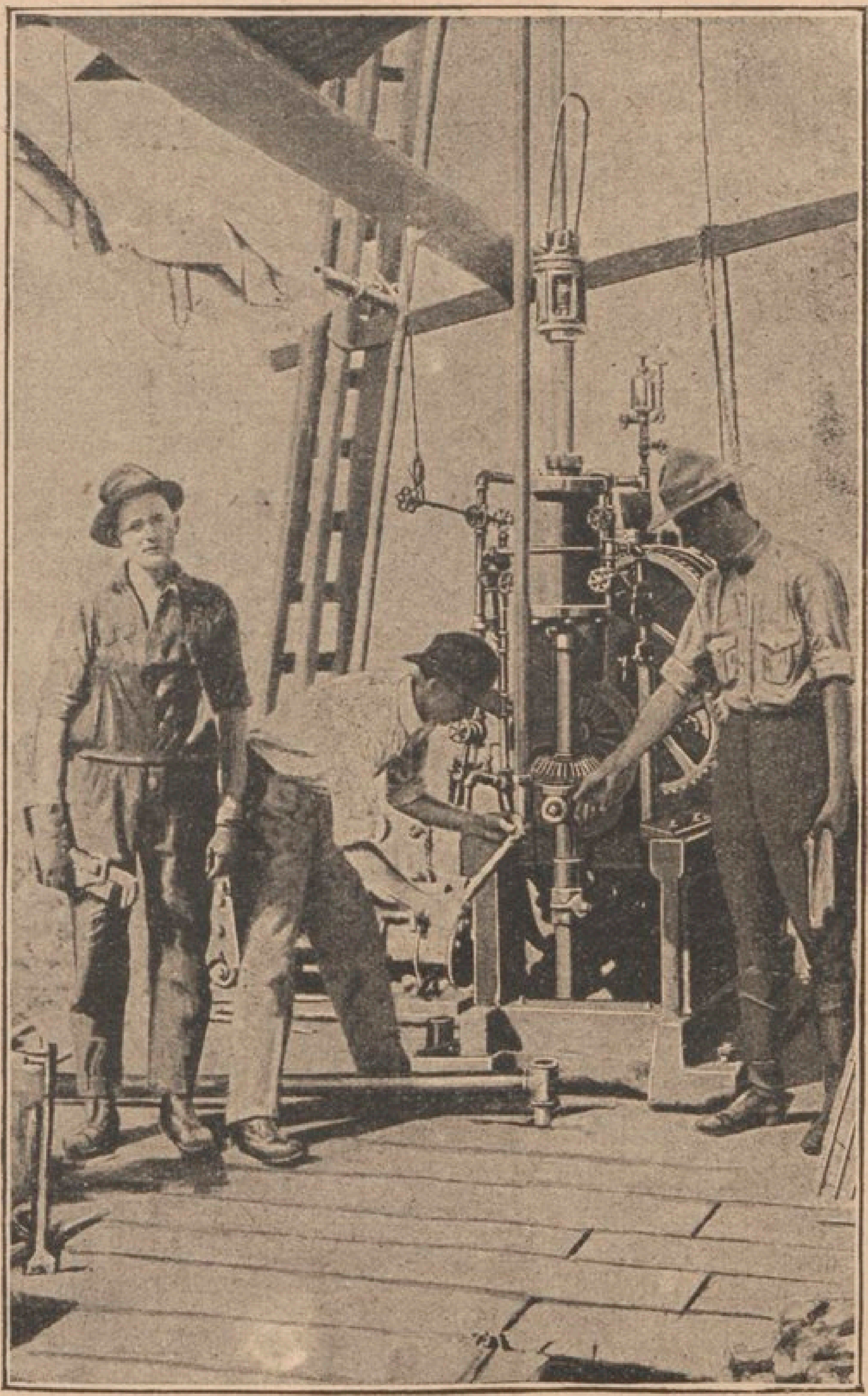
Cet outillage léger n'est pas suffisant pour les grandes profondeurs, et l'on emploie alors soit le sondage chinois, dit à la corde, soit les appareils canadiens, avec tiges de bois, méthodes qui sont toutes deux très rapides et surtout usitées pour les recherches de pétrole en Galicie, en Roumanie, etc. Le principe consiste toujours à battre le terrain avec un trépan et à nettoyer le trou au moyen d'une cuiller. Dans le sondage canadien, les tiges de bois armées d'un trépan sont fixées à l'extrémité d'un balancier actionné mécaniquement

Les entrepreneurs français de forages miniers ont perfectionné ces diverses méthodes et emploient surtout le sondage mécanique, avec tiges de fer supportant des trépans de fort modèle. Le curage du trou a lieu non plus au moyen d'une cuiller, mais par l'envoi d'un courant d'eau sous pression, qui circule à l'intérieur des tiges creuses et remonte vers le sol par un manchon extérieur.

Le système Raky est le plus parfait des procédés de forage mécaniques de ce genre. Les tiges sont suspendues à un balancier, et amortit les chocs du trépan sur le terrain par de puissants ressorts. Le *trépan à joues*, très robuste, est percé de trous facilitant la circulation de l'eau qui est envoyée par des pompes installées à demeure sur le sol.

On peut ainsi frapper, par minute, de quatre-vingt-dix à cent vingt coups de trépan dans des terrains durs ou demi-durs, et l'on obtient des trous verticaux pouvant descendre jusqu'à au moins six cents mètres.

Le principal inconvénient du forage Raky consiste dans la difficulté avec laquelle on identifie les terrains rencontrés par les tiges, car les boues remontées par le courant d'eau peuvent être quelquefois complètement exemptes de débris. On peut alors traverser une couche de houille puissante sans s'en apercevoir, comme cela est arrivé en Pologne.



LE CHEF SONDEUR RETIRE UNE « CAROTTE » DU TUBE DE SONDAGE POUR LA DONNER A L'ÉCHANTILLONNEUR.

Etant donnée l'énorme quantité de sondages profonds qu'il faut exécuter aux Etats-Unis, pays où l'activité minière est considérable, les ingénieurs américains ont surtout cherché à développer les appareils à avancement rapide fondés sur l'emploi d'une couronne de diamants sertis travaillant par rotation. On peut ainsi opérer des forages atteignant de mille à mille cinq cents mètres.

Grâce à la forme circulaire de l'outil creux, on retire dans un tube spécial surmontant la couronne des cylindres de roche ou de terre, que l'on nomme *carottes*, qui donnent au géologue une indication absolument exacte et précise de la succession des couches souterraines et de leurs épaisseurs respectives.

Les entrepreneurs américains ont introduit dans ce genre de travaux des méthodes d'organisation rationnelle qui permettent d'opérer avec rapidité et avec un risque minimum d'erreurs.

On emploie quand même un courant d'eau, qui nettoie et maintient constamment à nu la roche attaquée par la couronne de diamants, tandis que la carotte reste indemne à l'intérieur d'un tube spécial.

Les diamants noirs, de formes irrégulières, pesant environ deux carats, utilisés pour les sondages, proviennent, en général, du Brésil. Malgré leurs clivages peu accentués, ils usent les roches à cause de leur dureté, même

quand ils agissent par les faces et non par les arêtes, ce qui est leur orientation normale.

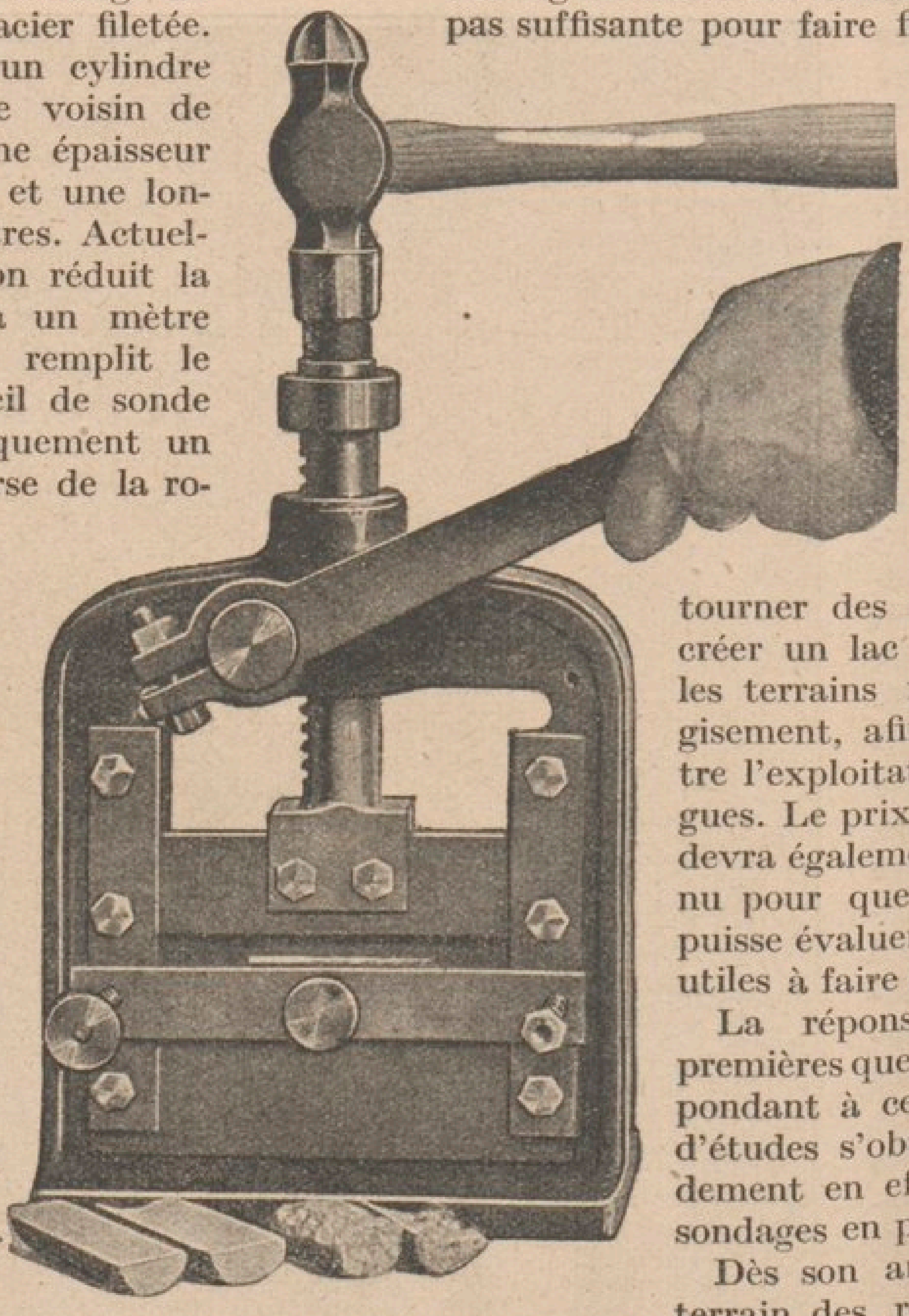
Etant donné le prix élevé de ces pierres, chaque couronne n'en comporte pas plus de huit. Le sertissage s'opère facilement en enrobant chaque diamant dans une alvéole d'acier que l'on trempe très dur et qui se visse dans la couronne de sondage au moyen d'une queue en acier filetée.

Le tube carottier est un cylindre creux ayant un diamètre voisin de celui du trou de sonde, une épaisseur de cinq à six millimètres et une longueur de trois à vingt mètres. Actuellement, aux Etats-Unis, on réduit la longueur des carottes à un mètre vingt. Quand la carotte remplit le tube, on soulève l'appareil de sonde et on lui imprime brusquement un mouvement en sens inverse de la rotation. La carotte se cisaille à la base, et pour éviter qu'elle tombe dans le trou, on la retient par un cône inférieur à nervures, muni de ressorts. Quand la couronne travaille, la carotte pénètre dans le tube en effaçant les nervures ; au contraire, dès que le mouvement cesse, la carotte, retenue et coincée par les nervures, peut être remontée et retirée tout entière.

Les renseignements techniques et économiques que l'ingénieur envoyé en mission pour l'étude d'un terrain minier doit fournir à ses commettants sont très nombreux, et la reconnaissance par sondage en fournit une partie importante sinon le total.

Supposons, par exemple, qu'il s'agisse de déterminer quelles sont les données d'exploitation d'un placer d'or par la méthode du dragage.

Il faut d'abord savoir si réellement le gîte se prête à l'emploi de ce mode d'extraction, et l'on doit rechercher successivement la teneur moyenne et l'épaisseur de la couche aurifère par mètre cube et la hauteur d'eau qui la recouvre, l'étendue sur laquelle on pourra draguer. On doit ensuite étudier la nature du lit de gravier et des autres dépôts qui surmontent la couche, ainsi que celle de la couche elle-même et de l'or qu'elle contient. Enfin, il faut se rendre compte du nombre de mois pendant lesquels le travail est possible en défalquant les périodes de pluies torrentielles et d'inondations, de même que les gelées exceptionnelles, etc. Le prix de revient du combustible, de la force motrice, des transports et de la main-d'œuvre doivent faire l'objet d'une étude spéciale très rigoureuse. Si la hauteur d'eau n'est pas suffisante pour faire flotter la drague, il faut estimer le coût des installations indispensables pour amener la quantité d'eau nécessaire à cet effet. On pourra même détourner des rivières pour créer un lac artificiel sur les terrains recouvrant le gisement, afin de permettre l'exploitation par dragues. Le prix des terrains devra également être connu pour que l'exploitant puisse évaluer les dépenses utiles à faire de ce chef.



CISAILLE SERVANT A SECTIONNER LES FRAGMENTS DE « CAROTTES »

On détermine ainsi avec précision la nature des terrains traversés en examinant les diverses coupes obtenues.

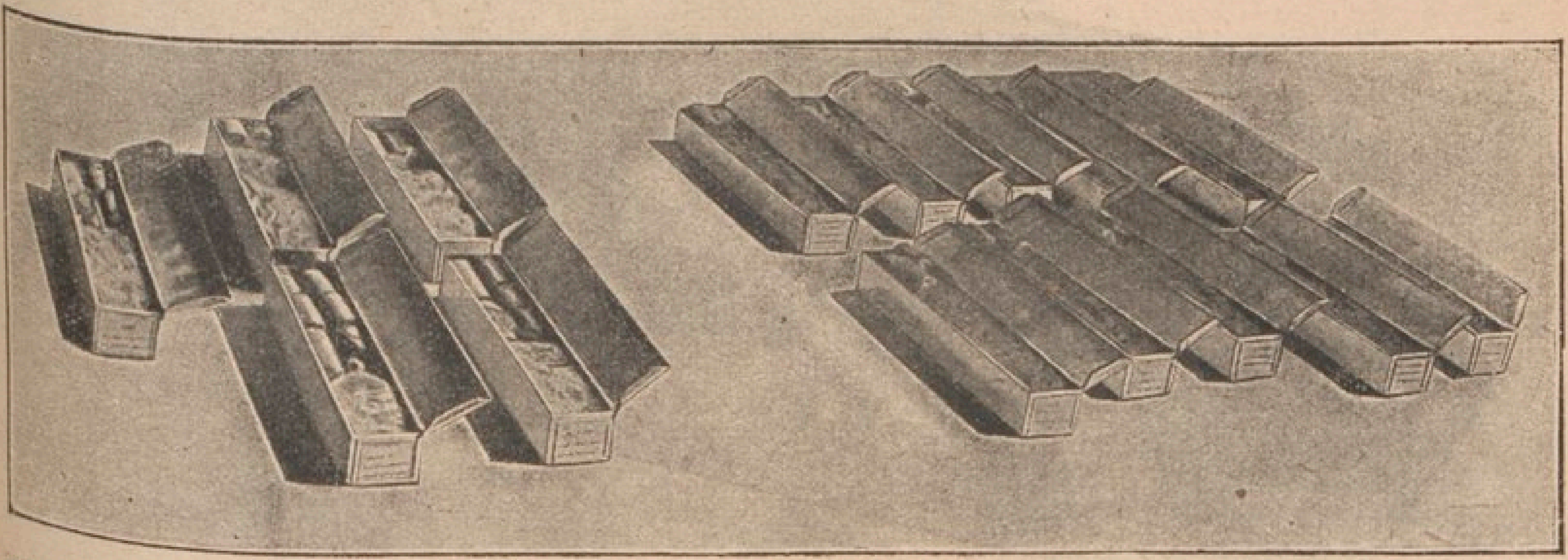
La réponse aux sept premières questions correspondant à ce programme d'études s'obtiendra rapidement en effectuant des sondages en profondeur.

Dès son arrivée sur le terrain des recherches, le prospecteur recueillera toutes les indications superficielles qui pourront l'éclairer sur l'origine et la délimitation des couches aurifères. Si ce premier examen donne des résultats encourageants, on forera ensuite, çà et là, quelques trous de sonde sur le terrain soumis à la prospection, de manière à se rendre compte de l'allure et de l'étendue approximative du gîte. Ces travaux une fois terminés, on pourra procéder à une campagne de sondages systématiques à condition, toutefois, que les premiers forages aient décelé l'existence de l'or. Si le dépôt aurifère occupe un emplacement correspondant à l'ancien lit d'un cours d'eau, on exécutera des trous de sonde suivant des droites perpendiculaires à la direction du courant

Les trous seront placés à égale distance des rives et formeront des alignements également espacés les uns des autres sur toute la longueur du lit prospecté. La position de chaque forage sera exactement déterminée par le géomètre, de manière à permettre l'exécution d'une carte très exacte du gisement sur laquelle on trouvera l'emplacement de tous les trous de sonde. On pourra même souvent faire lever un plan du district sur lequel on tracera un réseau de droites perpendiculaires les unes aux autres et également espacées ; chaque intersection correspondra alors à un forage qui recevra un numéro d'ordre servant à son repérage.

S'il s'agissait d'un gisement autre qu'un placer de ce genre, on aurait à débroussailler le terrain et à procéder ensuite aux tres sections, de manière à atteindre la couche utile. Les tubes sont réunis par des manchons, et le trou est percé, soit avec une sondeuse à diamant mue par un moteur à pétrole, soit par un moteur électrique. On retire pour chaque trou les carottes de terrain, et on tient un carnet d'opérations qui tient compte des temps de pompage, des longueurs de tubes enfoncées dans le sol, des longueurs de carottes retirées du trou.

En général, la richesse des mines d'or est estimée en pences (Angleterre) ou en cents (Amérique), par tonne ou par yard cube. Cela tient à ce que la plupart des mines d'or sont situées dans des pays de langue anglaise ou aux Etats-Unis. Les experts américains ont dressé à leur usage des tableaux très commodes qui permettent d'évaluer rapi-



SÉRIE DE BOITES MÉTALLIQUES SERVANT, DANS LES LABORATOIRES, A CONSERVER AVEC SOIN LES FRAGMENTS DES « CAROTTES » RETIRÉES DES TROUS DE SONDE

mêmes déterminations afin de préparer et rendre facile le travail des sondeurs.

Quelques-unes de nos photographies montrent comment les prospecteurs amènent à pied-d'œuvre leur matériel de forage. En général, les sondeuses mécaniques comportent un échafaudage métallique combiné de telle manière qu'une partie des jambages forment comme le châssis d'un chariot. Tout l'appareil peut alors être tiré par des chevaux et roulé sur trois ou quatre robustes roues d'acier. On traverse ainsi brousses et rivières, le personnel étant juché à la partie supérieure de l'équipage lors des traversées difficiles. Le pionnier prospecteur ne manque pas, d'ailleurs, de pousser à la roue quand le terrain se montre rebelle à la progression de ses engins de travail vers le théâtre définitif de ses recherches minières dans la brousse.

Pour mettre un sondage en train, on commence par creuser un trou profond d'environ 50 centimètres dans lequel on descend d'abord la première section du tube, puis d'au- dement la valeur de l'or d'un gisement en dollars par onces et de connaître, par conséquent, la richesse approximative d'un placer sans perdre trop de temps en calculs.

Certaines recherches exigent le forage de très nombreux trous très voisins les uns des autres. C'est ce qui caractérise, notamment, les travaux de prospection effectués en vue de l'étude des régions pétrolifères pour lesquels on emploie le sondage à la corde ou les appareils canadiens et non pas les sondeuses à diamant, qui se prêtent mal à ce genre d'études. En effet, les veines pétrolifères piquées par les forages donnent souvent lieu à un jaillissement de courte durée et il ne faut pas que les trous coûtent cher si on ne veut pas grever l'exploitation de frais trop onéreux. On a déjà décrit ce genre de recherches dans *La Science et la Vie*, et l'on trouvera, page 335, nº 31, des vues prises en Roumanie et dans d'autres pays où les puits de pétrole sont très nombreux. Le sondage canadien coûte bon marché, surtout pour les

faibles profondeurs, mais il exige le tubage des trous, ce qui est quelquefois une source de dépenses importantes et de grands retards.

Il est évident que la nature des terrains traversés a une grande influence sur la rapidité des sondages et sur leur prix de revient. Les terrains durs se forent plus lentement, mais peuvent permettre la suppression du tubage, tandis que les craies tendres, assez ébouleuses, nécessitent un tubage soigné.

Le prix de revient des sondages de recherches a une grande importance, car ce que les financiers demandent en premier lieu à leurs ingénieurs experts c'est de leur fournir un renseignement exact au sujet du tonnage d'un gisement donné. Or on ne peut répondre à cette question qu'après avoir exploré en tous sens le terrain minier soumis à l'examen. On évite ainsi les erreurs dues aux variations d'épaisseur ou de richesse des couches et des filons qui rendent très difficiles les calculs d'évaluation toutes les fois que l'on a cru devoir faire des économies en diminuant à l'excès le nombre des trous de sonde prévus.

En opérant comme nous l'avons dit plus haut, on couvre le gîte d'un tel nombre de forages, que l'on suit pas à pas les variations de teneur (enrichissements dus aux filons croiseurs) et les différences d'épaisseur si fréquentes d'un même filon en profondeur.

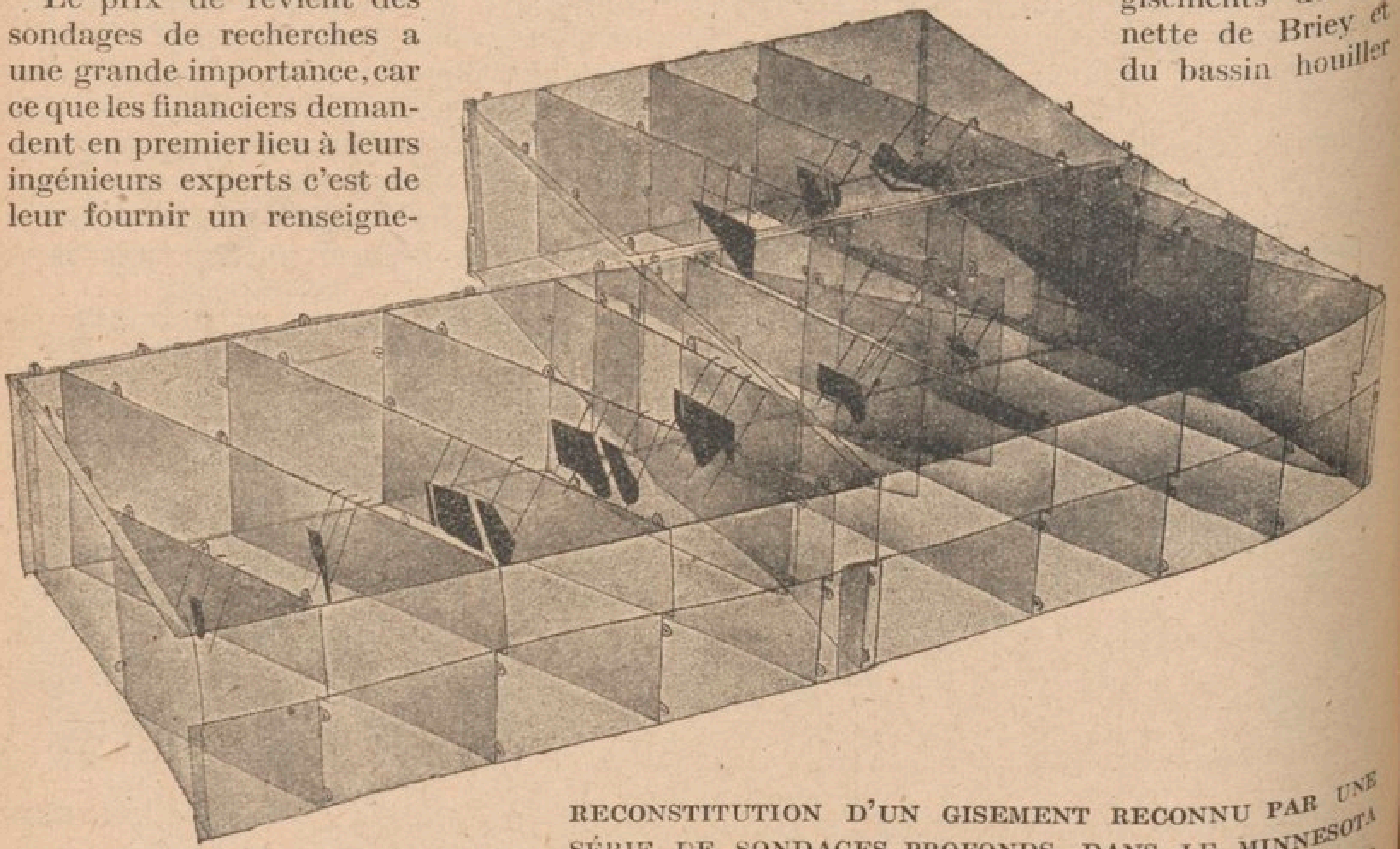
Dans un pays comme la France, où le gouvernement n'a pas cru devoir prendre en mains l'étude systématique des richesses du sous-sol national, il reste beaucoup à faire pour reprendre les études déjà faites autrefois et abandonnées trop tôt, faute de méthode ou d'esprit de suite dans les recherches, et souvent aussi faute de subsides suffisants.

Nombreux sont les exemples de prospections minières qui ont duré des années sur le sol français et qui auraient pu être menées rapidement à bien, si elles avaient été entreprises avec des moyens adéquats et suivant des plans rationnellement étudiés.

Il faut relire à cet égard l'histoire de nos gisements de minette de Briey et du bassin houiller lorrain, dont la découverte a été retardée par l'apathie de certains fonctionnaires et aussi par le manque d'énergie des prospecteurs. Si on avait confié ces recherches à des entrepreneurs habitués à ce genre de travaux, et si l'on avait fait d'emblée les dépenses nécessaires, on serait arrivé très vite à des résultats probants.

Il y a lieu de croire que le sous-sol de la France n'est pas si pauvre qu'on a bien voulu le dire souvent dans des articles insuffisamment documentés. En reprenant avec un véritable esprit scientifique et avec des moyens financiers suffisants la prospection raisonnée de nos provinces françaises, il est fort probable que l'on trouvera beaucoup de richesses ignorées et que maintes mines abandonnées ou peu développées prendront rapidement un essor important, ce qui rendra notre pays plus indépendant de l'étranger.

CHARLES LORDIER.



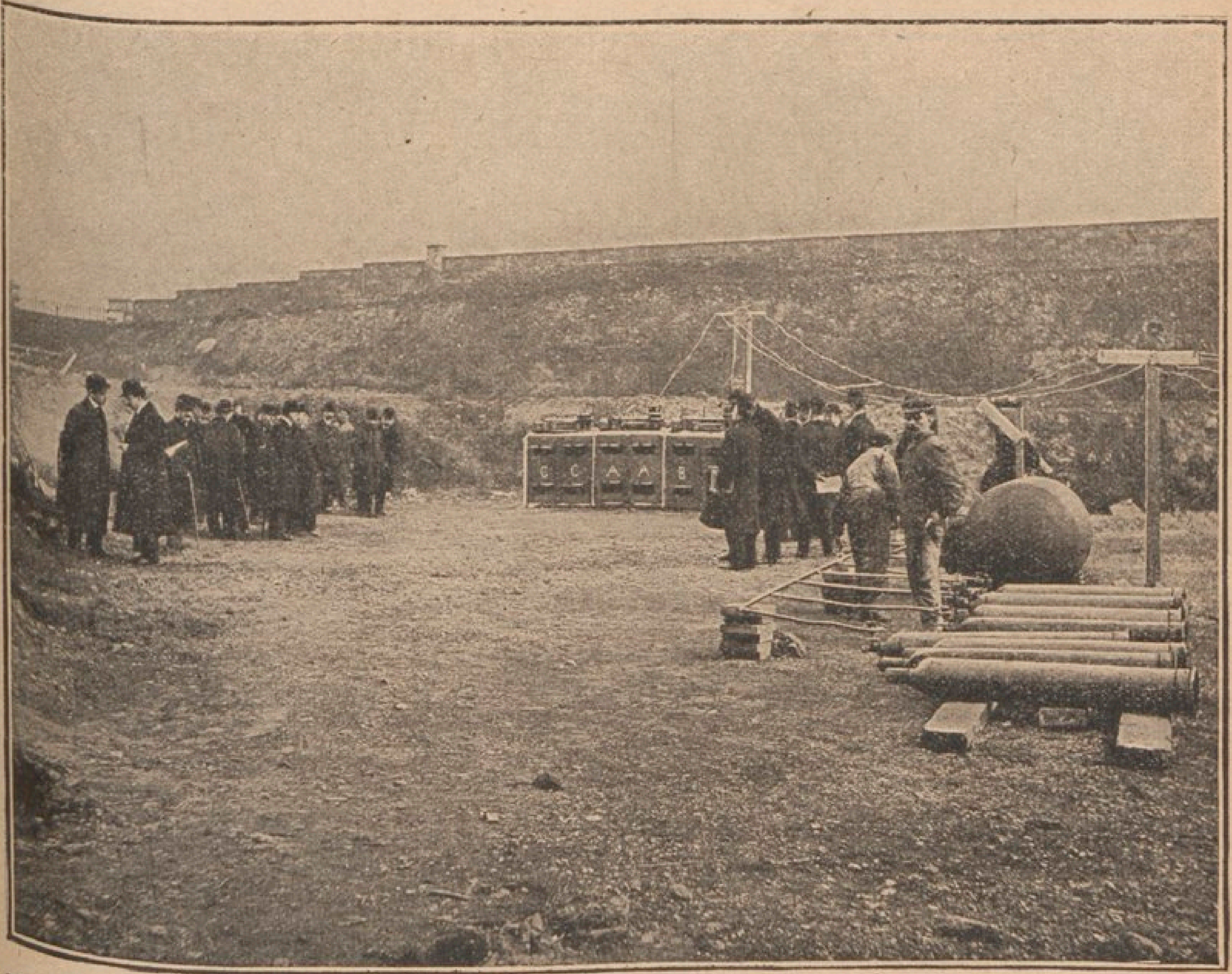
RECONSTITUTION D'UN GISEMENT RECONNU PAR UNE SÉRIE DE SONDAGES PROFONDS, DANS LE MINNESOTA

Ce modèle, exécuté au moyen de plaques minces de celluloïd, rend un compte exact de l'allure des filons et de leurs variations d'épaisseur. On évite ainsi tous mécomptes dans la marche de l'exploitation.

UN NOUVEAU PROCÉDÉ D'EXTINCTION DES FEUX D'HUILE

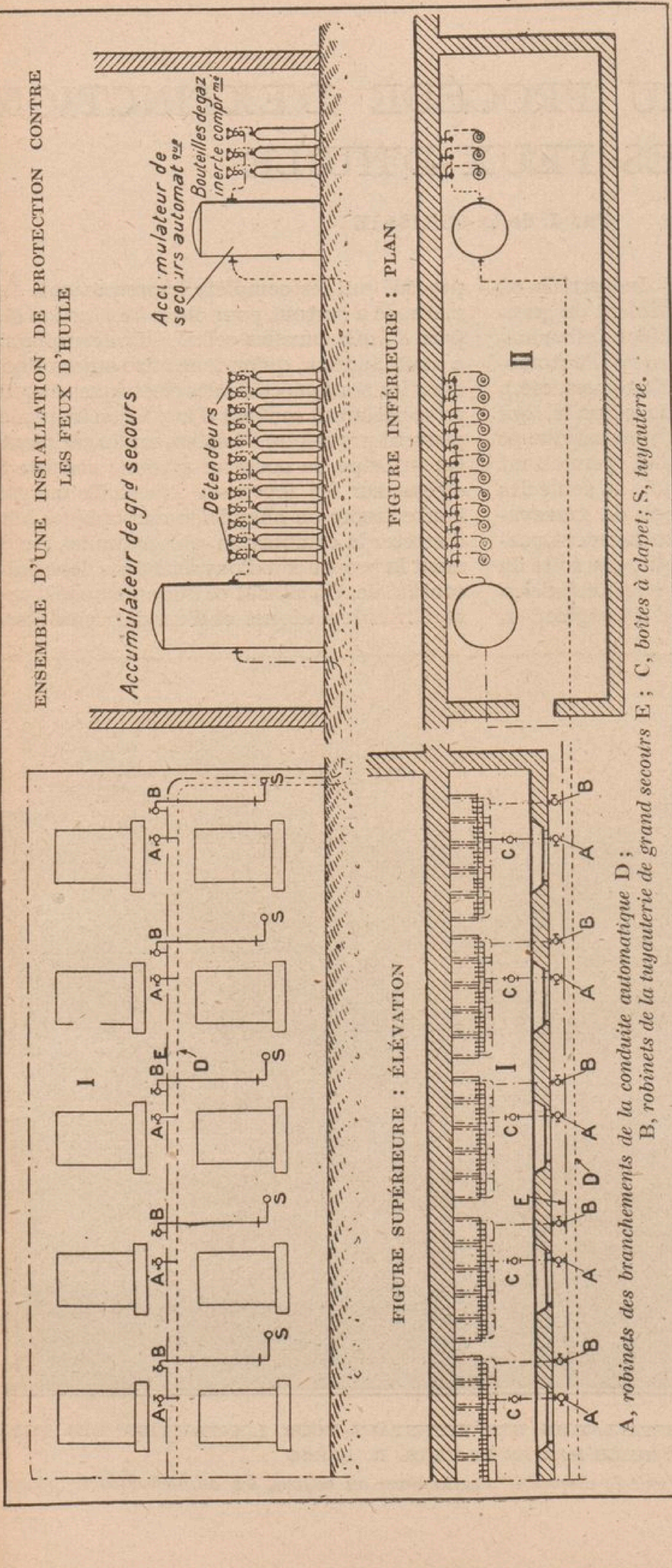
Par J. de la CERISAIE

DANS les établissements industriels où l'on manipule journellement de grandes quantités de liquides inflammables (dépôts d'autobus ou garages d'automobiles, fabriques de produits chimiques, etc.), on installe des dispositifs de sécurité, qui fonctionnent d'une manière automatique et qui, théoriquement du moins, permettent d'écarter tout danger d'incendie au cours des opérations d'emmagasinage et de transvasement. Mais ces appareils se trouvent parfois en défaut, dans la pratique, par suite de circonstances fortuites. Aussi un technicien français, M. R. Frère, vient-il d'imaginer un procédé qui les complète heureusement. La méthode a surtout pour objet l'*extinction des feux d'huile* dans les cellules d'interrupteurs à haute tension, qu'on rencontre aujourd'hui dans les stations centrales électriques et qui, en se déclarant souvent d'une façon inopinée, peuvent provoquer l'éclatement du récipient. En principe, le nouveau système consiste à diriger sur les foyers de l'incendie un gaz inerte (azote ou anhydride carbonique) afin d'arrêter la combustion, en diminuant fortement la proportion d'oxygène dans l'enceinte considérée. On atteint ce but au moyen d'appareils automatiques et d'un dispositif com-



VUE D'ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION EXPÉRIMENTALE POUR L'EXTINCTION DES FEUX D'HUILE PAR LE PROCÉDÉ R. FRÈRE

A droite, au premier plan, on voit le dispositif d'extinction; au milieu, les cellules d'interrupteurs.



ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION DE PROTECTION CONTRE LES FEUX D'HUILE

FIGURE SUPÉRIEURE : ÉLÉVATION — FIGURE INFÉRIEURE : PLAN

A, robinets des branchements de la conduite automatique D ; B, robinets de la tuyauterie de grand secours E ; C, boîtes à clapet ; S, tuyauterie.

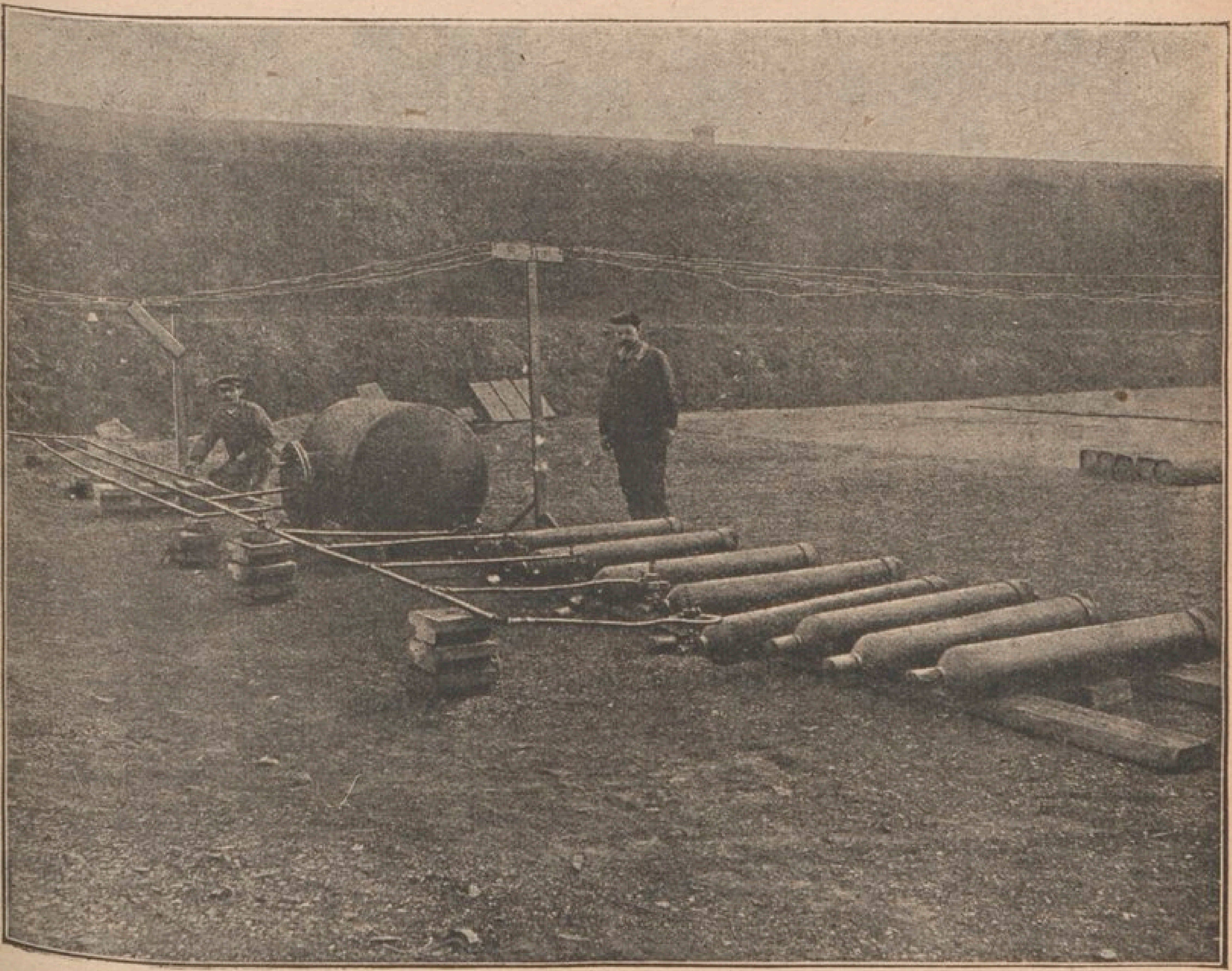
mandé à la main. Les premiers se composent d'une conduite remplie de gaz inerte comprimé et munie de branchements qui pénètrent assez avant dans chaque cellule d'interrupteurs et se terminent par des bouchons fusibles à 65-70 degrés.

Quand cette température se trouve dépassée dans une des cellules, la fusion du bouchon terminal y provoque l'afflux du gaz protecteur. En outre, on dispose une bouteille de volume déterminé et obturée également par des bouchons fusibles dans chaque case d'interrupteur. D'autre part, le deuxième dispositif de sécurité, commandé à la main, permet d'envoyer préventivement du gaz inerte dans les cellules voisines de celle où l'incendie s'est allumé et sans attendre que la température ait fait fondre les bouchons fusibles terminaux des conduites de protection.

Le schéma ci-contre représente, en élévation et en plan, une installation R. Frère destinée à protéger les interrupteurs à huile d'une station électrique *I*. Dans un bâtiment voisin *II* se trouve la source de gaz inerte constituée par des bouteilles de gaz sous haute pression, divisées en deux groupes distincts, en relation chacun avec un accumulateur. Le gaz renfermé dans les cylindres du premier groupe se détend dans l'accumulateur correspondant à une pression variable (0 k. 250 à 1 kilo, suivant l'importance de l'usine électrique) tandis qu'on détend à une pression supérieure (4 k. 500

à 5 kilos), celui des bouteilles du premier groupe L'accumulateur à basse pression alimente la conduite automatique de sécurité et l'autre correspond à l'appareil de grand secours. Ces deux canalisations *D* et *E* courent le long du bâtiment des interrupteurs et leurs branchements pénètrent à l'intérieur. Les robinets *A* des branchements de la conduite automatique ouverts de façon permanente et toujours plombés, servent l'appareil de secours automatique *D*, on a interposé une boîte à clapet *C* qui actionne une sonnerie électrique retentissant à un endroit déterminé, dès qu'un incendie se déclare dans une case d'interrupteur

En service normal, la pression s'égalise dans chaque portion de conduite située de part et d'autre de la boîte *C* et le clapet repose sur son siège, mais lorsqu'une inflammation se produit dans une cellule, les bou-



INSTALLATION SUR LE TERRAIN D'EXPÉRIENCE DU DISPOSITIF D'EXTINCTION

A droite, se trouvent les bouteilles de gaz inerte comprimé, munies de détendeurs; plus loin, vers la gauche, le second personnage est en train de tourner le robinet de la canalisation de l'accumulateur de grand secours.

seulement à faciliter les travaux d'entretien alors que les robinets *B* de la tuyauterie de grand secours, fermés en temps habituel, se commandent soit de l'extérieur, soit de l'intérieur de la salle *I*. (Voir la figure page 266).

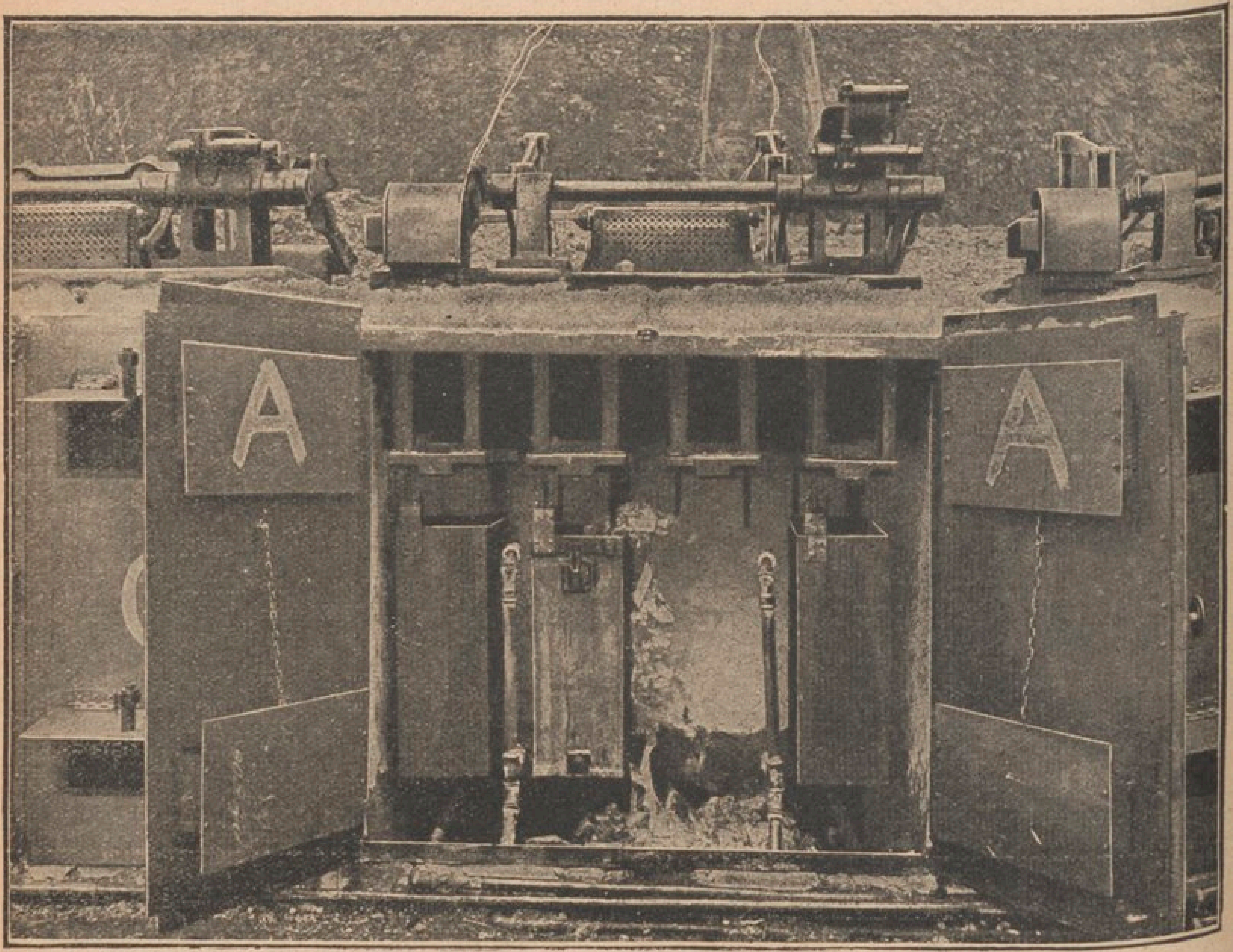
Dans la station représentée par le schéma, les cellules se trouvent réunies par cinq, chaque groupe formant une unité au point de vue de la protection et étant desservi par deux canalisations *F* et *G*, branchées respectivement sur la conduite automatique *D* et le dispositif de grand secours *E*. En outre, sur chacune des tuyauteries de

chons fondent et l'afflux de gaz inerte soulève le clapet dont la tige ferme le circuit de la sonnerie électrique de ce groupe. Alors le personnel manœuvre soit de l'intérieur, soit de l'extérieur du bâtiment, le robinet *B* correspondant, ce qui protège ainsi préventivement les cases voisines et accélère l'extinction de la cellule en proie aux flammes.

Si maintenant nous examinons les détails de construction d'une cellule d'interrupteur à haute tension, protégée par la méthode Frère, nous voyons que la canalisation de secours automatique s'y ramifie en trois

branchements terminés par des bouchons fusibles, tandis que la tuyauterie de grand secours s'y bifurque seulement en deux branches portant à leurs extrémités une rampe percée de trous. Comme fermeture, chaque cellule possède une porte à deux vantaux qui reste toujours close et comporte quatre volets battants à charnières que des chaînettes fixées à une tige fusible maintiennent ouverts pour faciliter la ventilation. Quand l'inflammation de l'huile détermine une élévation de température dans la cellule et que le gaz extincteur y afflue par la conduite de secours automatique, ces volets retombent, augmentant par suite l'efficacité extinctrice du gaz inerte. De plus, pour éviter, en cas d'incendie, la projection de l'huile enflammée à l'extérieur de la cellule, on a disposé dans ces dernières, en face des ouvertures des volets, des chicanes de tôle fixées sur les vantaux de la porte. Notons enfin que, grâce à un bouton, on peut, de l'extérieur de la cellule, retirer très facilement la tige fusible, de manière à fermer les volets dans les cellules voisines avant qu'une élévation de température dangereuse ne s'y produise.

Diverses installations du système R. Frère fonctionnent dans des stations centrales électriques françaises et y ont déjà éteint des commencements d'incendie dans les postes d'interrupteurs à haute tension. Récemment, la Société concessionnaire du brevet a procédé à Montreuil-sous-Bois, près Paris, devant une commission d'ingénieurs, à des expériences probantes qui ont été suivies avec beaucoup d'intérêt. Comme l'indique une de nos photographies, on avait équipé en plein air de vieilles cellules d'interrupteurs et disposé à côté d'elles un réservoir accumulateur de gaz inerte et des bouteilles renfermant de l'azote fortement comprimé. Deux autres de nos illustrations permettent de se rendre compte des détails d'équipement d'une cellule. On remarque les deux branchements de la tuyauterie de secours que terminent des bouchons

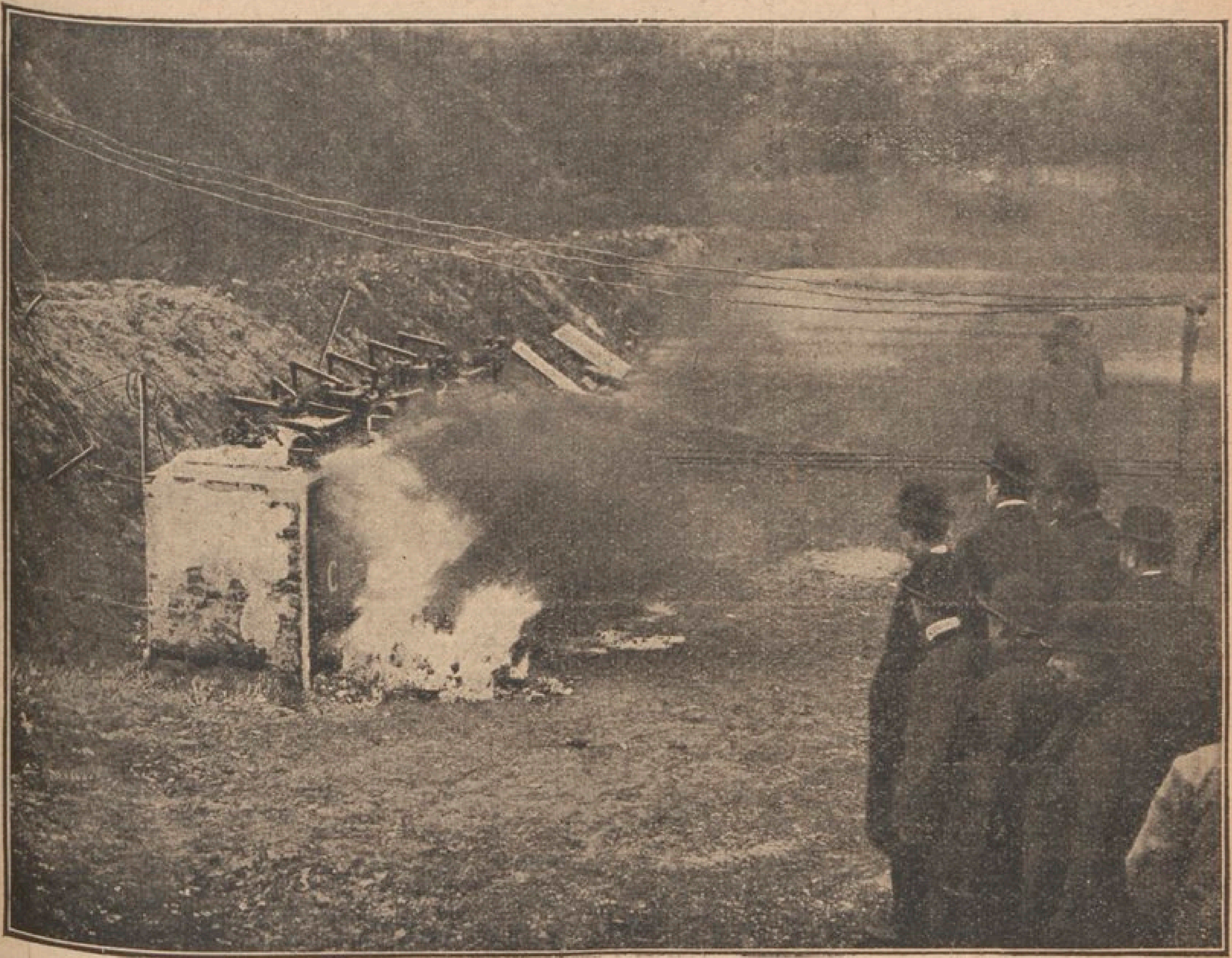


UNE DES CELLULES D'INTERRUPTION ÉQUIPÉE POUR L'EXPÉRIENCE

On remarque, au premier plan, les deux branchements de la tuyauterie de secours, que terminent des bouchons fusibles et les copeaux préparés pour l'incendie volontaire qu'il s'agira d'éteindre.

fusibles ainsi que les préparatifs complets et les résultats de l'incendie volontaire.

Après avoir rempli les bacs d'huile et mis des copeaux imbibés de pétrole dans la cellule on y alluma le feu, puis on referma les portes. Sous l'action des flammes, les bouchons fusibles cédèrent, mais le feu ne tarda pas à s'éteindre. Puis on procéda à une seconde expérience. Comme précédemment, on alluma un incendie dans le même bac, matique et on y plaça une grande quantité de copeaux de bois imbibés aussi de pétrole ; ces copeaux formaient une traînée passant par les volets des portes et rejoignaient un deuxième tas disposé extérieurement, puis, pour rendre plus probante la démonstration, on remplaça les tiges fusibles des volets par des attaches de fer, afin qu'ils ne puissent pas se fermer. On alluma alors le foyer à l'extérieur de la cellule, et on envoya de

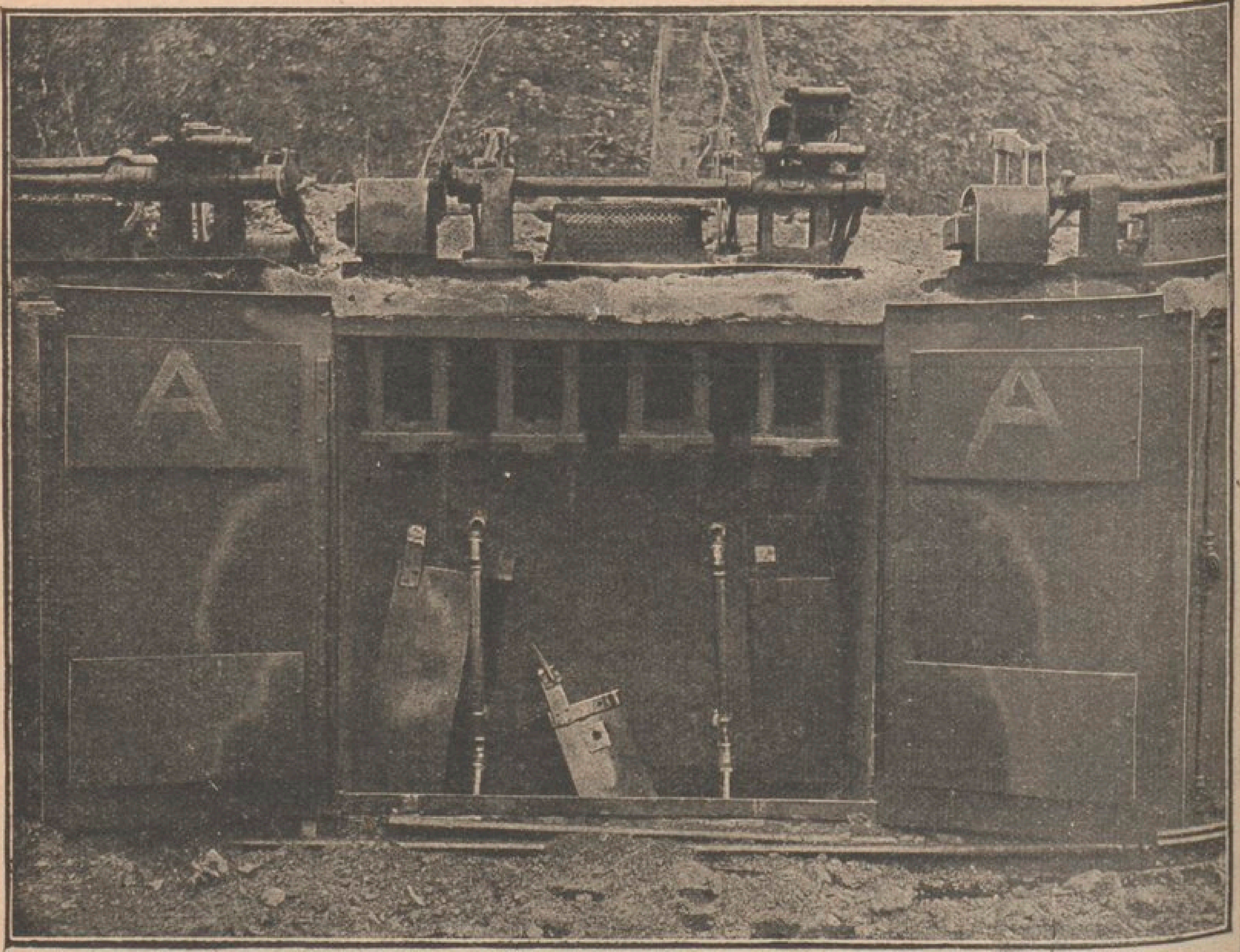


L'INCENDIE ALLUMÉ DEVANT LA COMMISSION D'INGÉNIEURS

Après avoir rempli les bacs d'huile et disposé des copeaux imbibés de pétrole dans un certain nombre de vieilles cellules d'interrupteurs, on y met le feu, puis l'on referme aussitôt les portes.

après avoir supprimé l'arrivée de gaz inerte dans la conduite de secours automatique. Une de nos gravures montre l'importance des dégâts causés par le sinistre ; le bac de zinc au milieu fondit complètement, tandis que les deux autres, en tôle d'acier, furent séparés de leurs supports. Au paroxysme de l'incendie, on ferma les portes de la cellule, et on parvint encore à éteindre très vite le feu à l'aide du dispositif de sécurité qu'un ouvrier commandait à la main. Dans une troisième expérience, on relia seulement la cellule à la tuyauterie de grand secours non automatique l'azote à l'intérieur. Ce gaz étant inerte, le feu ne put se propager intérieurement et quand tous les copeaux de l'extérieur furent consumés, on ouvrit toutes grandes les portes de la cellule. Alors les assistants se rendirent compte que les copeaux de l'intérieur ne portaient pas la moindre trace d'inflammation.

En définitive, ce procédé semble excellent pour combattre les feux d'huile, d'hydrocarbures et d'autres liquides très inflammables. Il comporte trois dispositifs distincts, également efficaces et capables de se compléter réciproquement : protection



LA CELLULE INCENDIÉE APRÈS L'EXTINCTION DES FLAMMES

Comme on peut s'en rendre compte sur cette vue, les bouchons fusibles ont cédé sous l'action des flammes, le bac de zinc du milieu a fondu complètement, tandis que les deux autres, en tôle d'acier, furent séparés de leurs supports; mais l'arrivée du gaz inerte arrêta la propagation du feu.

de chaque cellule par une porte à fermeture automatique, canalisation extinctrice par gaz inerte à pression moyenne, fonctionnant automatiquement, et tuyauterie de grand secours commandée à la main, servant également à amener un gaz inerte. Enfin, avantage non moins appréciable, une fois l'incendie localisé, puis éteint, une très courte ventilation suffit à régénérer l'atmosphère de la salle et on peut remettre l'usine électrique en marche au bout de quelques minutes, tandis que si on s'adresse à des substances extinctrices pulvérulentes ou liquides, il faut procéder à un nettoyage complet des appareils avant de s'en servir à nouveau.

J. DE LA CERISAIE.

DEUX FOIS PLUS PUISSANT QUE LA DYNAMITE

Un officier américain a découvert récemment un nouvel explosif deux fois plus puissant que la dynamite et d'une manipulation beaucoup plus sûre. Cet explosif a reçu le nom de *trotol.* Rien ne peut le faire détoner, sinon le fulminate de mercure placé en contact direct avec lui.

Au cours d'essais effectués au fort Wadsworth (Etats-Unis), on a pu constater qu'une charge du nouvel explosif, enfermée dans un obus de 305 millimètres, tiré sur une épaisse plaque de blindage placée à 850 mètres de distance, n'explosait pas en dépit de la violence du choc des projectiles.

En apparence, le trotol ressemble assez à de la cassonnade mouillée; il est moulé en bâtons. Contrairement à ce qui a lieu pour la dynamite, il peut rester immergé dans l'eau pendant plusieurs années, sans perdre de ses qualités explosives, d'où une grande supériorité.

C'est tout à fait par hasard que le trotol fut découvert. L'officier américain parcourait un vieil ouvrage de pyrotechnie, publié en Europe, donnant jusqu'à 2.000 formules pour la fabrication des poudres et explosifs. C'est, paraît-il, en expérimentant quelques-unes de celles, qui lui semblaient particulièrement intéressantes, qu'il trouva le trotol.

LE NETTOYAGE DES WAGONS A L'AIDE DE LA BROSSE ÉLECTRIQUE

Par Paul DURIEUX

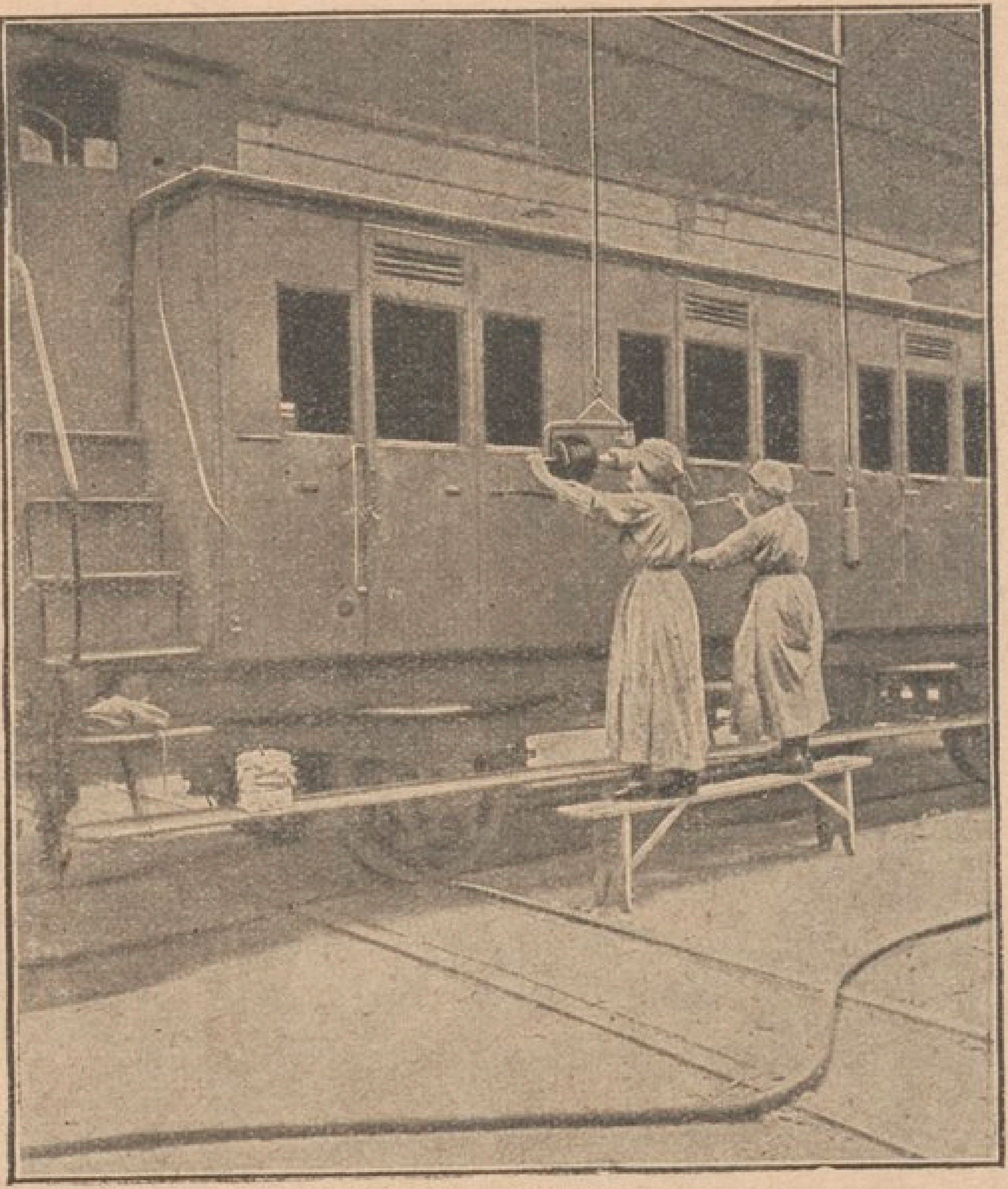
JUSQU'A ces temps derniers, le nettoyage des voitures de chemins de fer constituait une besogne très fatigante que le personnel effectuait au moyen de balais et de brosses ordinaires, de tapes ou de chiffons. Mais aujourd'hui les compagnies tendent à leur substituer un outillage mécanique qu'elles perfectionnent sans cesse. Jadis, en effet, les employés, avec leur matériel suranné d'entretien, n'enlevaient pas la poussière des tapis, des coussins, des boiseries, des glaces et de tous les recoins des véhicules, ils la déplaçaient simplement d'un point à un autre, au grand préjudice de l'hygiène des voyageurs. Aussi, maintenant on utilise pour le nettoyage des compartiments les aspirateurs à vide dont les emplois industriels et les usages domestiques se généralisent de plus en plus.

NETTOYAGE D'UN WAGON-COULOIR AVEC LA BROSSE ÉLECTRIQUE MONTÉE SUR CHARIOT

Pour nettoyer les couloirs, la dynamo qui actionne la brosse est fixée sur un plateau pivotant en haut du chariot à roulette, que la femme promène d'un bout à l'autre de la voiture.

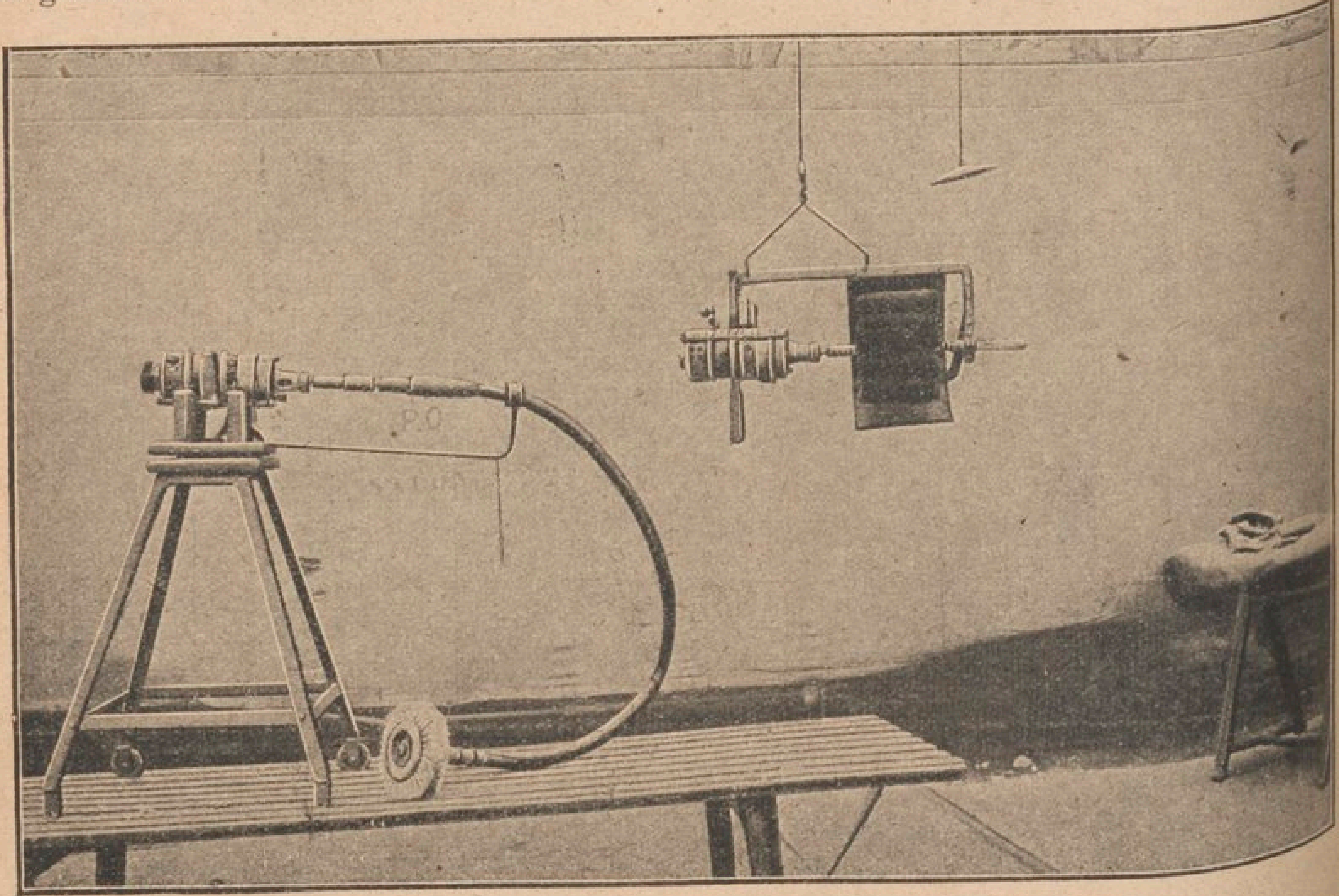
A la Compagnie d'Orléans, M. l'ingénieur Grison, chef du Service des voitures et wagons, a récemment perfectionné cette méthode en associant des *brosses électriques* à l'aspirateur à vide. Cet outillage mécanique fonctionne dans l'atelier du petit entretien pour les voitures à voyageurs, situé dans les dépendances de la gare d'Austerlitz, à Paris, et y rend aisé le labeur journalier du personnel féminin qui, depuis le début de la guerre, remplace, en grande partie, les hommes mobilisés. Indépendamment des nettoyages quotidiens, des visites périodiques et du remplacement des petites pièces détériorées ou manquantes, on procède, dans cet atelier, à la revivification des peintures ou vernis et au lessivage des draps en place. La première de ces opérations nécessite soit l'étendage d'un liquide qui se fait à l'éponge ou au pinceau et n'offre rien de particulier, soit le frottage des sur-

faces, assez pénible pour des femmes et pour lequel M. Grison a imaginé, depuis le commencement de 1916, de remplacer les brosses et les tampons à main par des *brosses* et des *frottoirs rotatifs* actionnés mécaniquement. Une perceuse pneumatique ou électrique, munie ou non d'un arbre flexible, entraîne ces appareils rotatifs qui ont une forme cylindrique et dont la grande vitesse de rotation (500 à 800 tours par minute) réalise un frottement énergique.



NETTOYAGE DE L'EXTÉRIEUR DES WAGONS

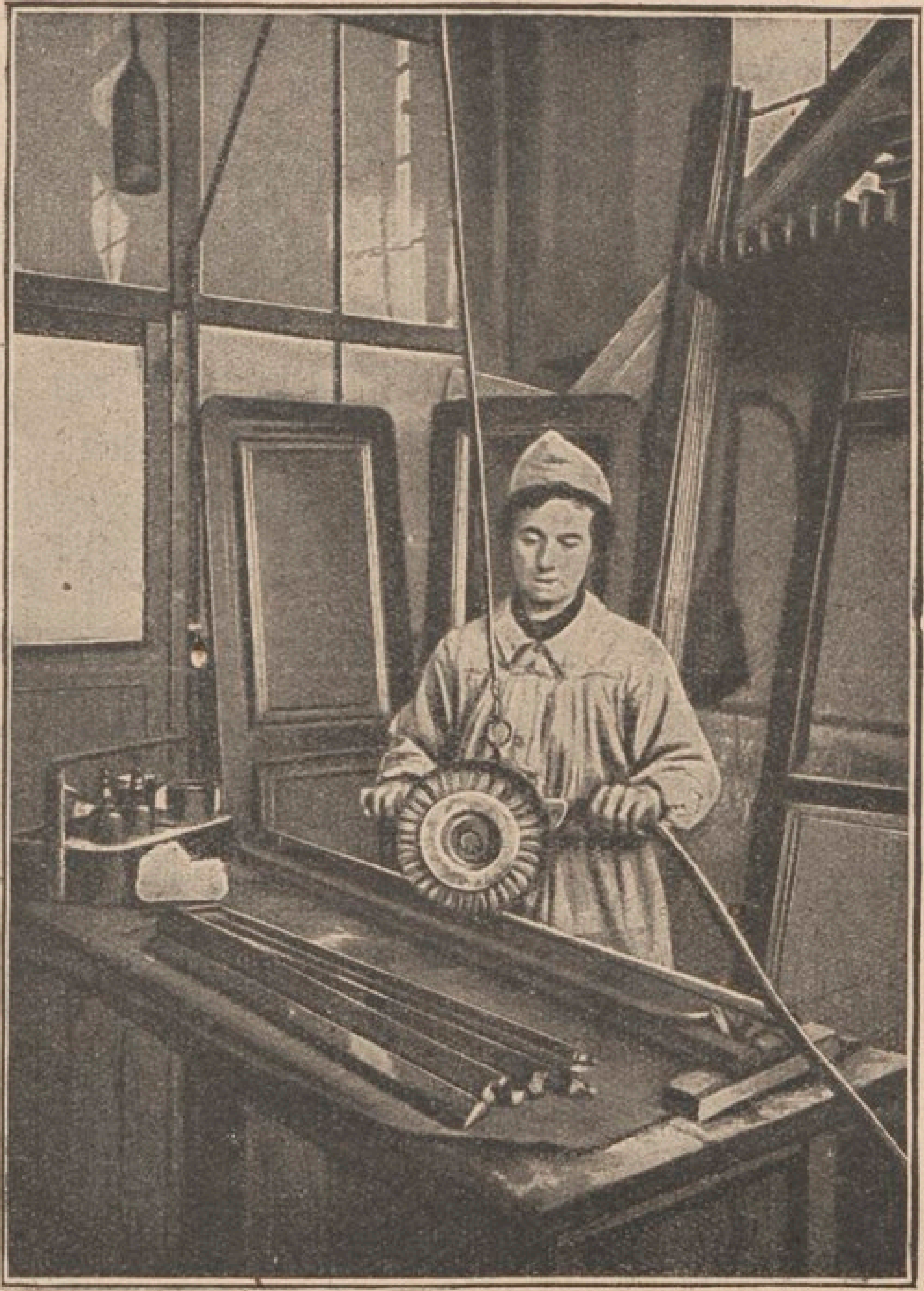
Pour les surfaces verticales et planes de l'extérieur des voitures, on se sert d'une brosse en crin de 240 millimètres de diamètre, de 180 millimètres de longueur, d'un poids de 9 kilos. On la monte sur une perceuse pneumatique à faible pression ou sur une perceuse électrique de 0, 35 à 0, 40 kilowatts. Afin de faciliter sa



LES DEUX MODÈLES DE BROSSES ÉLECTRIQUES LES PLUS USITÉS

A droite : modèle employé pour le nettoyage des surfaces planes des wagons ; à gauche : modèle monté sur chariot pour le nettoyage des couloirs et des plate-formes. (Voir la photo de la page précédente.)

manœuvre, on l'équilibre par un contrepoids et on la suspend à un léger chariot courant sur un fil de fer tendu ou sur un chemin de roulement en fer cornière disposé à hauteur convenable sous le hall de nettoyage. Les laveuses n'ont qu'un minime effort à exercer pour effectuer leur travail ; elles amènent l'outil à hauteur convenable, en montant au besoin sur un banc ou des tréteaux et elles peuvent brosser sans fatigue les parties extérieures des voitures. Quoique la perceuse pneumatique soit plus légère que la perceuse électrique, la Compagnie d'Orléans a donné la préférence à cette dernière, car elle consomme moins d'énergie.



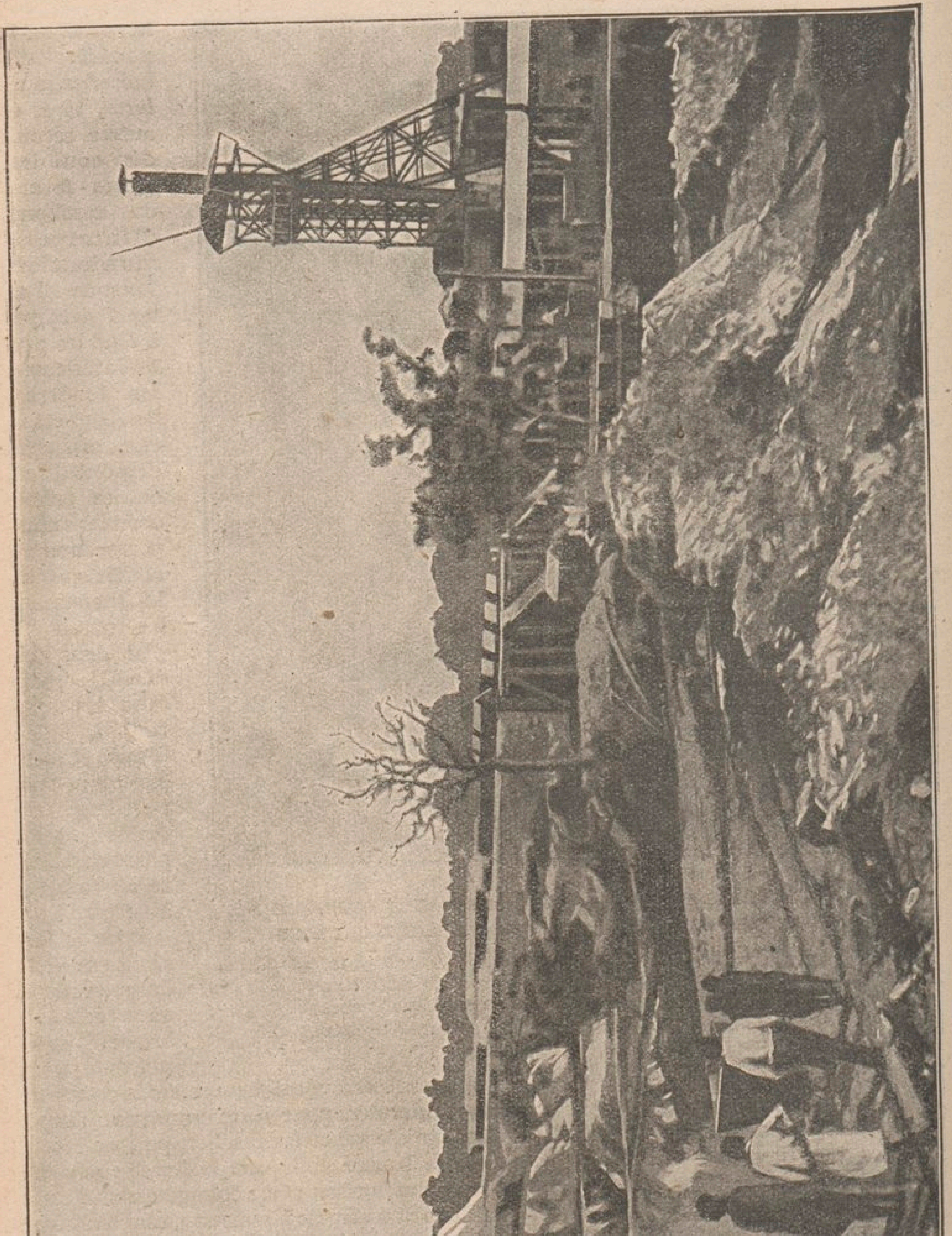
NETTOYAGE DES CHASSIS A LA BROSSE ÉLECTRIQUE DANS LES ATELIERS DE LA COMPAGNIE D'ORLÉANS

Pour nettoyer à fond les parties des boiseries aisément démontables, on les transporte à l'atelier dit de petit entretien où des femmes les posent à plat sur une sorte d'établi, puis les frottent à l'aide de la brosse électrique suspendue au plafond.

Pour brosser les recoins et moulures de l'intérieur des voitures, on emploie un modèle moins large et plus léger qu'entraîne une dynamo de 0,25 à 0,40 kilowatts. Cette brosse marche à la vitesse de 600 à 1.000 tours au moyen d'un flexible long de deux mètres. Au moment du nettoyage, il suffit de suspendre le moteur électrique à une chape munie d'un galet roulant sur un tube extensible s'appuyant sur les tringles des filets à bagages de chaque voiture. Pour les couloirs, M. Grison a réalisé une troisième forme de brosse électrique. La dynamo repose sur un plateau pivotant en haut du chariot à roulettes que l'agent promène d'un bout à l'autre de la voiture pour enlever la crasse ou la poussière des boiseries, moulures, tapis et autres recoins des couloirs, plates-formes ou tambours d'intercommunication. Lorsque l'on veut nettoyer à fond les portes intérieures, les fenêtres les baguettes, etc., aisément démontables, on les enlève et on les transporte dans un atelier spécial. Là, les femmes les posent à plat sur un établi, puis elles les frottent à l'aide d'une brosse électrique suspendue au plafond et les passent ensuite au tampon à vernir.

Pour le lessivage des draps en place, on associe à la brosse, l'*aspirateur à vide.* Après avoir enlevé soigneusement la poussière avec ce dernier appareil, on imprègne le drap à l'éponge d'essence à détacher, puis on frotte avec la brosse pour que le liquide pénètre bien dans le tissu ; on éponge ensuite avec de l'eau et on frotte à nouveau, afin d'activer la dissolution des matières grasses; on rince alors abondamment avec l'eau et, finalement, on assèche le drap avec l'aspirateur. Grâce à cet abondant rinçage (10 litres environ par mètre carré), on effectue, en somme, un lessivage, et, chose curieuse, on retire par ce procédé le liquide qui a dissous les impuretés du drap et l'eau de rinçage de façon si parfaite, que le rembourrage ne se trouve même pas atteint et que, suivant la saison, le séchage complet ne demande pas plus d'un à deux jours.

PAUL DURIEUX.



LES ABORDS D'UNE USINE POUR LE TRAITEMENT DES MINERAIS DE CUIVRE, A TSOUMEB (AFRIQUE OCCIDENTALE ALLEMANDE)

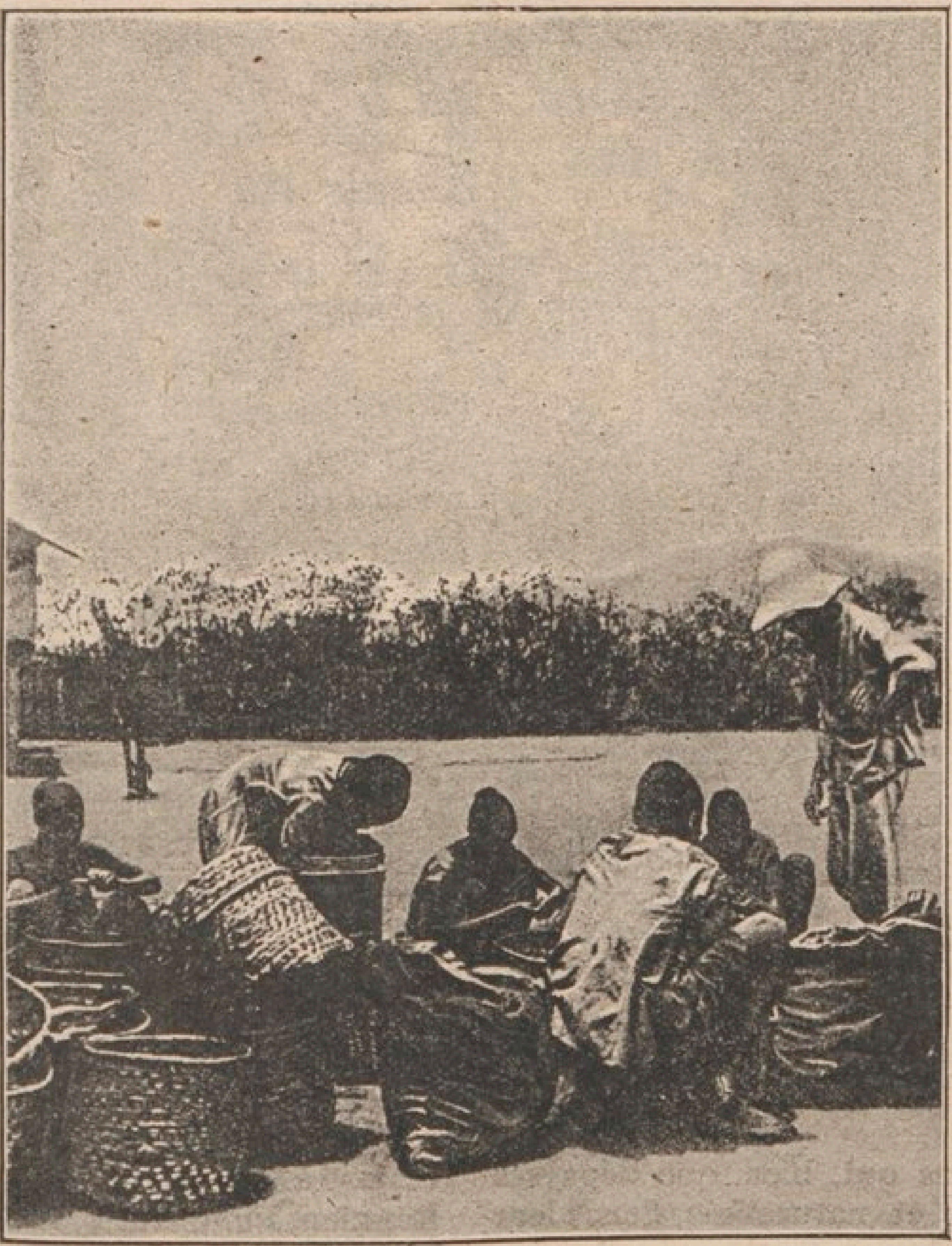
L'usine, qui était en pleine activité à la déclaration de la guerre, se trouve à proximité du champ d'extraction des minerais, qui sont en grande abondance.

CE QUE LES ALLEMANDS PERDRONT EN PERDANT LEURS COLONIES

Par Marcellin DARAST

ANCIEN FONCTIONNAIRE DE L'ADMINISTRATION COLONIALE

En perdant ses colonies, l'Allemagne voit, du jour au lendemain, tous ses sacrifices, tous ses efforts pour sa plus grande expansion au dehors, rendus inutiles. Ce n'est pas que son domaine colonial, dont les premières acquisitions ne remontent pas à beaucoup plus de trente ans, ait encore pris, si on le compare aux domaines des autres puissances européennes, une importance considérable. Tel qu'il était, néanmoins, il représentait pour la métropole une sérieuse mise de fonds et permettait d'entrevoir un avenir d'autant plus brillant que, déjà, le commerce qui s'y faisait, les recettes qui s'y réalisaient étaient bien près d'équilibrer les dépenses. Il était aussi une nécessité pour l'Allemagne ; il était le monde nouveau vers lequel elle pouvait diriger le surcroît de sa population et des produits de son industrie. L'accroissement de cette population était tel (25 millions d'individus en quarante années) que l'émigration était depuis longtemps devenue une loi inexorable, loi à laquelle, d'ailleurs, l'Allemand semble s'être soumis sans résistance, s'assimilant volontiers aux peuples auxquels il allait se mêler, transportant chez eux, avec son esprit de lucre sans scrupule, cette mentalité envieuse et haineuse, cette duplicité naturelle qui l'ont rendu odieux à tous ceux qu'il a approchés. Avoir des colonies, terres d'exode naturelles, était donc une indiscutable nécessité. D'autre part, l'industrie allemande ayant pour principe et pour méthode la surproduction qui lui permettait, du fait même des grandes quantités produites, des prix de revient plus faibles et lui facilitait la concurrence sur les marchés étrangers, se trouvait, en conséquence, condamnée à une exportation intense. Il fallait donc à l'Allemagne des débouchés nouveaux que ses colonies allaient pouvoir lui procurer, tout en lui fournissant en échange des produits et des matières premières qu'elle avait dû jusqu'alors se procurer hors de chez elle.

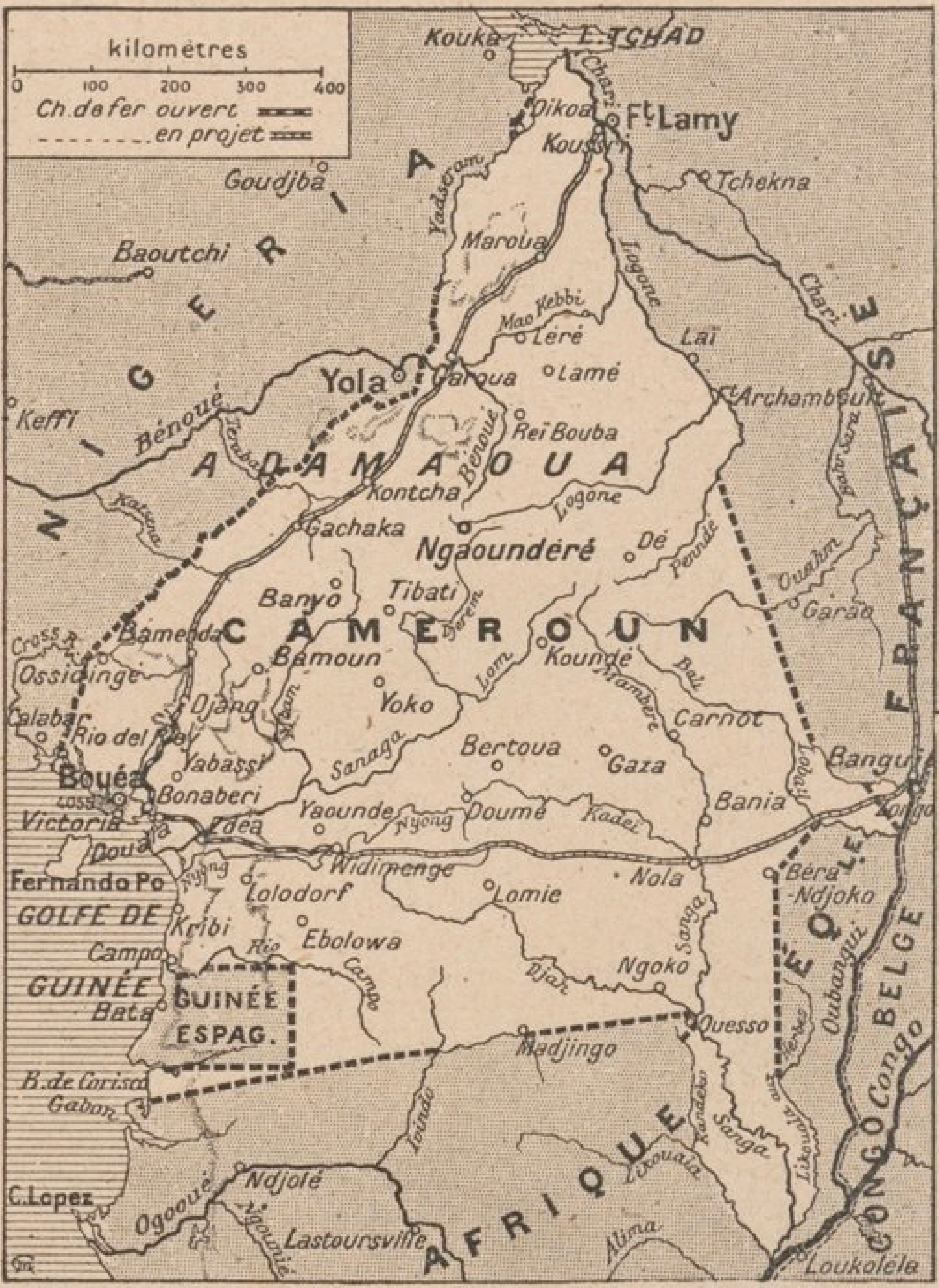


AU CAMEROUN : LA MANUTENTION DU CAOUTCHOUC
Le travail est effectué par les indigènes sous la surveillance d'un fonctionnaire colonial allemand.

Assurément, parmi les explorateurs qui ont découvert, traversé, étudié des régions nouvelles, il est des Allemands qui laisseront un nom célèbre dans les annales coloniales ; mais ces voyageurs ne travaillaient que dans un but scientifique ; les Sailler, les Seissenhofer, les Blum, ont exploré des terres vierges, mais sans que leur patrie songeât à en tirer profit, sans que celle-ci, agitée par ses guerres religieuses, ait pu prendre part au mouvement d'expansion dont les autres nations européennes, l'Angleterre, la France, la Hollande, l'Espagne étaient animées.

Cependant, la population s'accroissait sans cesse, et devait rechercher dans l'émigration un remède au redoutable problème économique. Les deux Amériques reçurent chaque année d'importants contingents; le Pérou, le Chili, le Brésil, l'Argentine et les Etats-Unis en comptent aujourd'hui des millions qui, bien que dépaysés depuis longtemps et naturalisés dans leur nouvelle patrie, n'en restent pas moins, en leur for intérieur, des Allemands pur sang, ce dont nous avons pu nous convaincre au cours des premières années de la guerre.

Mais cette émigration n'était pas sans inquiéter la métropole, qui y voyait l'excédent de la force nationale perdu pour la masse et devenu même, le plus souvent, une concurrence pour la mère-patrie. Vers 1860, commencent à circuler quelques écrits dans lesquels la question coloniale est amorcée ; mais Bismarck, qui a déjà préparé ses plans de conquêtes et d'annexions, qui veut établir l'unité nationale et constituer l'Empire allemand, n'entend pas distraire ses rêves d'hégémonie par des programmes d'expéditions lointaines. « La plus belle des colonies, dit-il, ne vaut pas les os d'un grenadier poméranien ; la Confédération ne doit pas s'engager dans des entreprises coloniales, celles-ci devant être l'œuvre exclusive de l'initiative privée. »



LE CAMEROUN APRÈS LE TRAITÉ DE 1911

On sait que, au cours de cette année-là, la France dut céder à l'Allemagne, en échange de son désintéressement dans les affaires marocaines, tout le riche territoire situé à l'est de la Sanga.

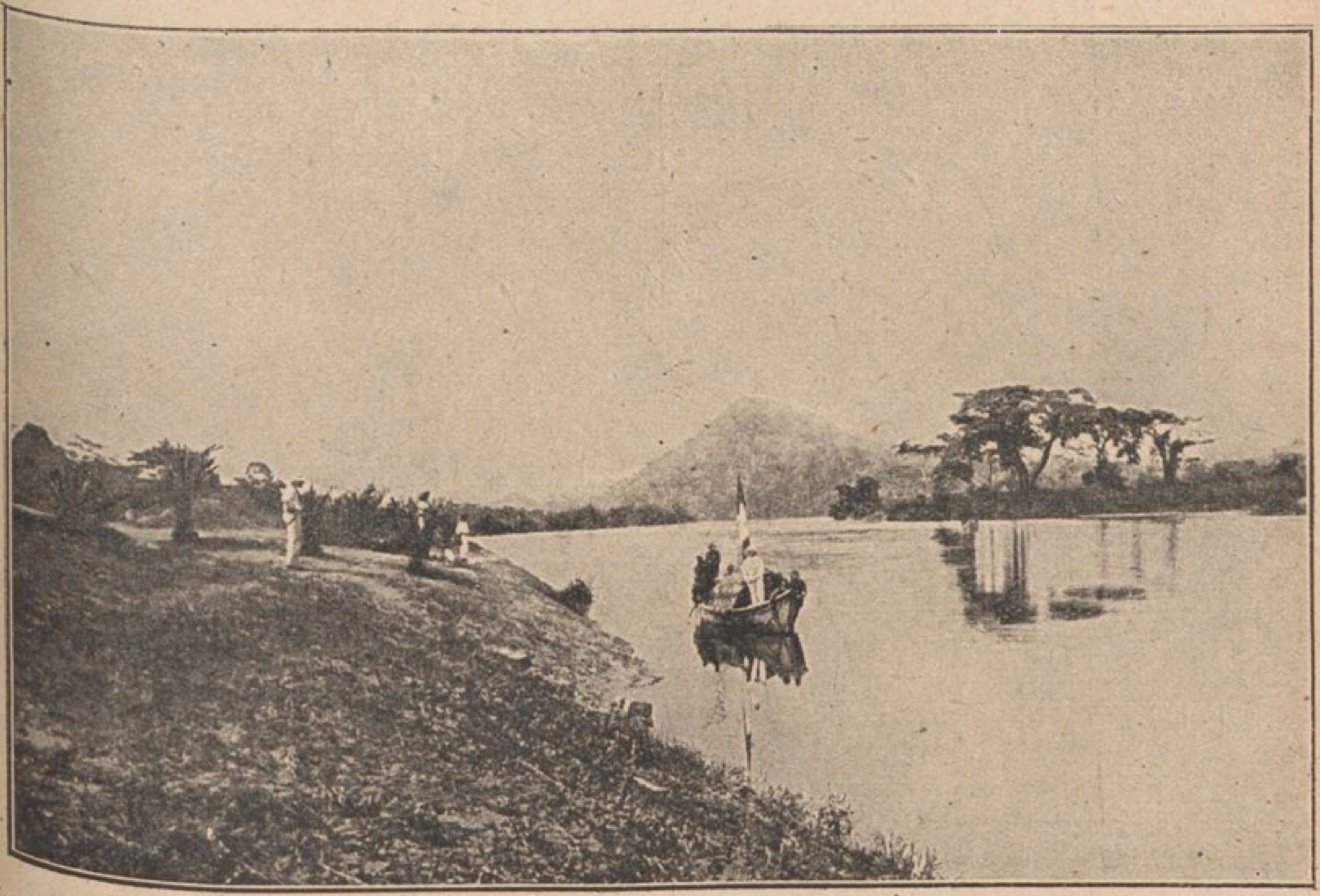
Et l'esprit du grand chancelier prussien est tellement préoccupé du seul agrandissement du territoire européen, qu'il prendra par la violence une partie du Danemark, des terres autrichiennes et l'Alsace-Lorraine, mais qu'il ne jugera pas utile de demander à la France autre chose que ses deux provinces et cinq milliards ; nos possessions d'outre-mer lui paraissaient sans intérêt.

Brochures et journaux, cependant, réclamaient à l'envi, qui la Cochinchine, qui la Réunion, Pondichéry, la Nouvelle-Calédonie. Mais, décidément, Bismarck ne voulait pas de colonies. Il prétendait qu'elles seraient pour l'Allemagne comme la fourrure de zibeline doublée de soie des nobles Polonais qui n'ont pas de chemise. Il voulait laisser au commerce le soin d'envahir pacifiquement les pays, où la force interviendrait par la suite s'il y avait lieu : après le marchand, le soldat. Et ce fut, pendant longtemps, la méthode admise de l'autre côté du Rhin.

Des sociétés coloniales furent fondées, qui

obtinrent certaines garanties de l'Etat ; on passa, avec l'Angleterre et la France, des traités de commerce, qui reconnaissaient aux sujets allemands l'égalité de traitement. Des comptoirs s'établirent au Togo, au Cameroun, sur la côte orientale d'Afrique, en Nouvelle-Guinée, en Océanie. C'est ainsi que, peu à peu, le gouvernement allemand intervint dans les questions coloniales. On amena des chefs indigènes à signer des engagements et à consentir des acquisitions de territoires dont quelques faibles unités de la flotte venaient ensuite prendre possession.

portant. Ces faits furent portés à la connaissance de Bismarck ; la firme Woermann insista auprès de lui pour qu'il agît en faveur de ses intérêts. Le chancelier ne crut pas devoir se dérober à ces sollicitations. Malgré l'opposition anglaise, il obtint, le 29 avril 1885, la reconnaissance du protectorat allemand sur les territoires situés à l'est du Rio del Rey ; ces contrées furent dénommées la région du Cameroun. La frontière du Cameroun et de la Nigeria britannique était délimitée ainsi que celle du Cameroun et du Congo français. La colonie était fondée. »



CARNOT, SUR LA SANGA, DANS L'ANCIEN CONGO FRANÇAIS

Cette photo a été prise au moment du départ du commissaire français, M. Pinelli, le jour de la prise de possession du territoire par les Allemands, en 1911. Au fond, la caractéristique « Montagne des Singes ».

La colonie du Sud-Ouest africain fut fondée de cette façon, et l'histoire de la création du Togo et du Cameroun est absolument similaire. M. Maurice Besson, dans un ouvrage sur les colonies allemandes, nous la conte ainsi : « Dans le courant de l'année 1883, un agent de la Compagnie Woermann avait acheté le territoire de Malimba, au Cameroun. Le 1er février 1884, au Togo, sur l'instigation de commerçants allemands, les chefs indigènes de Petit-Popo sollicitèrent le protectorat allemand. Rayonnant de ces deux centres, les Allemands firent de nombreuses explorations et acquirent un hinterland important.

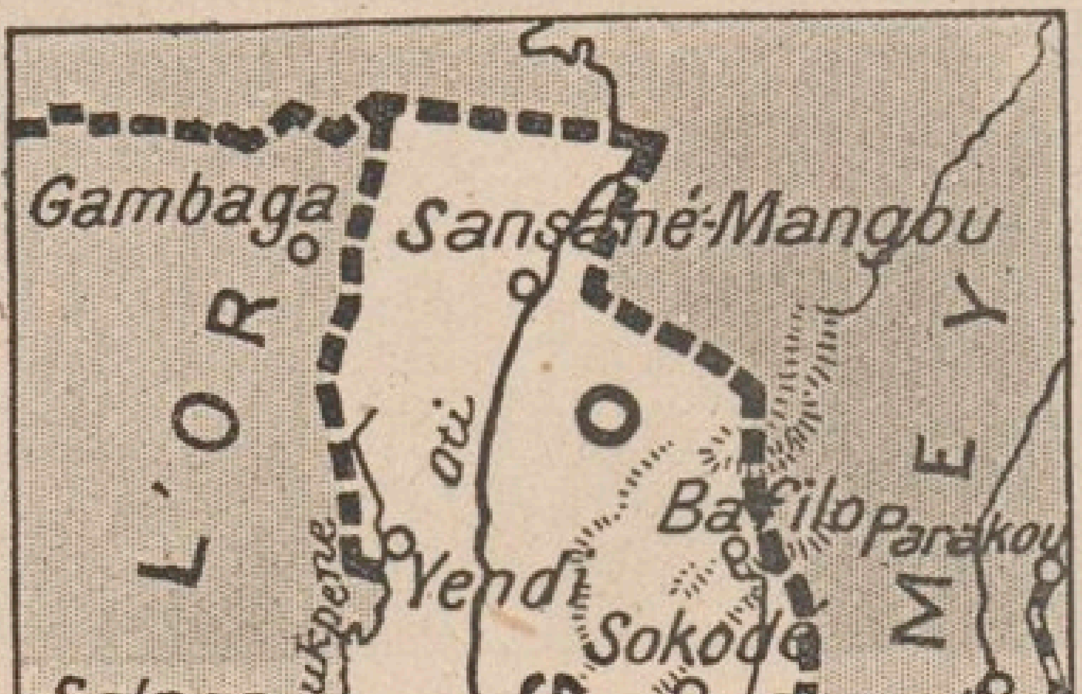
On sait par quels procédés de chantage et de menaces mal déguisées, Guillaume II, obtint, en 1911, à l'occasion du règlement des affaires du Maroc, à la conférence d'Algésiras, la cession, par le gouvernement français, d'une importante portion de notre Congo dans la région comprise entre les rivières Sanga et Ouhanghi, dont une importante société forestière était concessionnaire. Les Allemands trouvèrent là une exploitation en pleine activité, des villages créés, des postes organisés, des messageries fluviales en exercice, un commerce florissant.

Pour l'Est Africain, on agit de même. Dans

DÉPART D'UN CONVOI DE PIROGUES, A NOLA, SUR LA SANGA (DOCUMENT ALLEMAND)

la région de Wike, une expédition privée fit accepter par le sultan de la région le protectorat allemand. Le sultan de Zanzibar, qui se prétendait souverain de toute la côte, protesta, envoya des troupes ; mais cinq vaisseaux de guerre allemands vinrent bientôt lui faire entendre raison, si bien que le port de Dar es Salam fut mis à leur disposition ainsi que la vaste contrée qui prit le nom de Territoire de l'Est Africain. Mais si la manière forte avait réussi, il n'en fut pas de même de l'entreprise commerciale, que l'Etat et le kaiser lui-même durent soutenir financièrement.

Lorsque Bismarck disparut de la scène politique, Caprivi, qui



CARTE DU TOGOLAND, OU TOGO, LIMITROPHE DE NOTRE DAHOMEY

lui succéda, conserva la même indifférence que le grand chancelier pour les colonies. C'est cependant pendant son passage au pouvoir que se termina définitivement la constitution de l'Est Africain, par la convention du 1er juillet 1890, qui délimitait les possessions anglaises et allemandes sur la côte africaine, reconnaissait notre protectorat sur Madagascar et reprenait à l'Angleterre l'île d'Héligoland.

Une section coloniale, sous la direction du Dr Paul Kayser, fut créée au ministère des Affaires étrangères, afin de faire contrepoids, comme le disait Zimmermann, au Reichstag où les compétences coloniales ne se rencontrent

qu'accidentellement. On y attaquait vivement, en effet, les méthodes de colonisation et il fallut une vigoureuse intervention du chancelier Hohenlohe pour faire voter, en 1895, les crédits coloniaux.

De plus en plus, le pangermanisme, la conquête du monde pour l'enrichissement de l'Allemagne s'impose dans l'esprit du peuple allemand. Guillaume s'écrie : « Notre avenir est sur l'eau ! » La Ligue maritime multiplie ses appels d'un bout à l'autre du pays. La littérature coloniale inonde l'empire de ses tracts. M. Tobianski d'Altoff, dans une étude documentée sur la colonisation allemande, en publie une série d'extraits qui donnent une mesure exacte des appétits de ceux que les soldats de l'Entente viennent de réduire pour longtemps à l'impuissance.

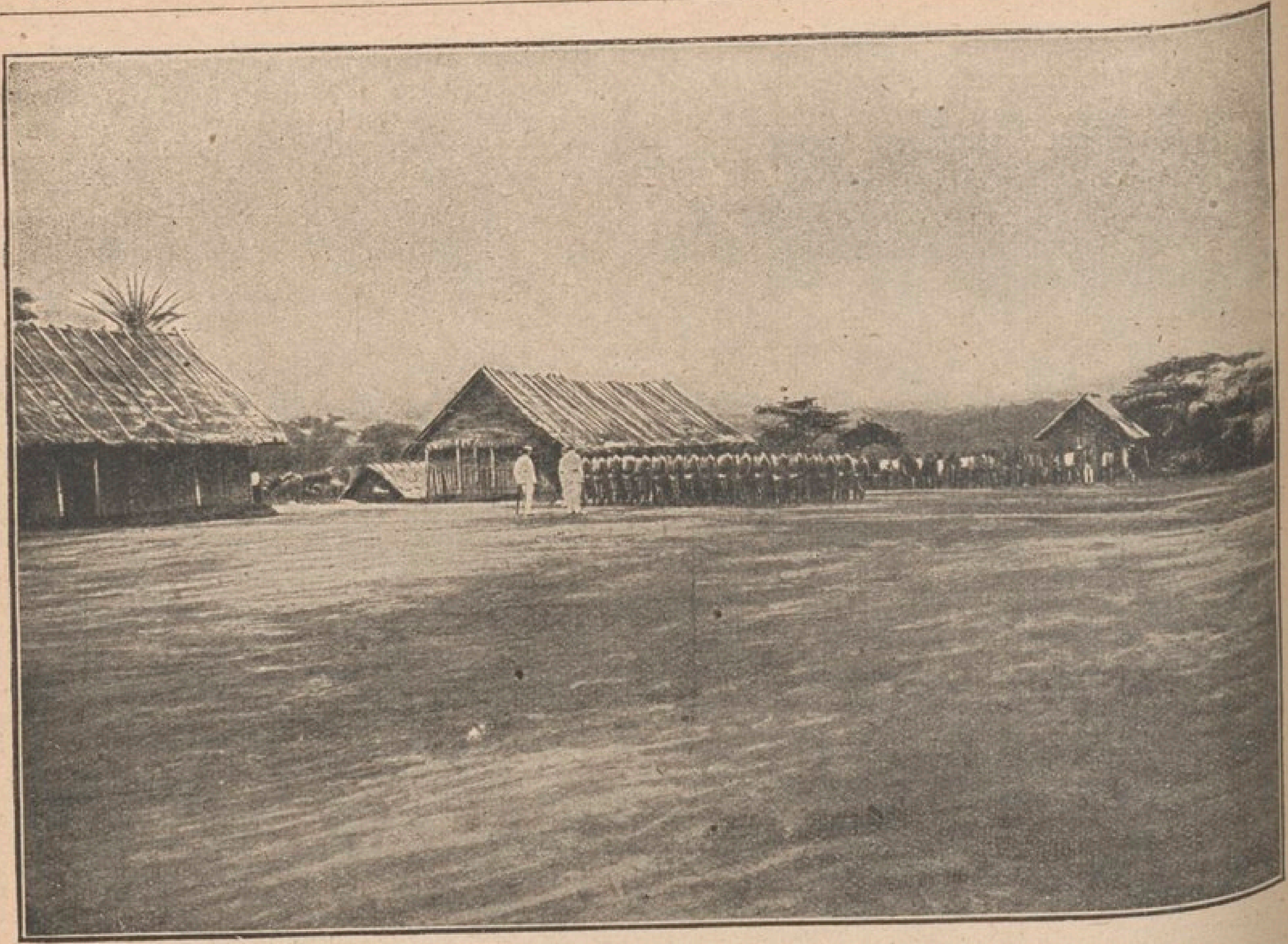
Paul Rohrbach écrit : « On peut prédire qu'en 1925, l'Allemagne aura 80 millions d'habitants Dans une situation comme celle qui régnera chez nous à bref délai, on peut affirmer que notre sol et notre climat permettent difficilement de nourrir plus de 50 millions d'hommes. Chaque année, le nombre de ceux qui seront obligés de recevoir leur pain de l'étranger s'accroîtra bientôt d'un million ; comment nourrir ce million ? Toutes les questions de politique extérieure se ramènent pour l'Allemagne à la création et au maintien de débouchés à l'étranger, en premier lieu dans les pays d'outre-mer. Le marché mondial nous est aussi nécessaire pour notre existence que le lopin de terre qui est à nous, et le jour s'avance inexorablement où il nous sera plus nécessaire que celui-ci. »

CARTE DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE ALLEMANDE

Une des principales richesses de l'Ouest Africain allemand réside dans les mines de diamants. Nos ennemis avaient porté leurs convoitises sur l'Angola, la belle colonie portugaise qui se trouve au nord.

En 1905, Ernest Hasse, directeur des services de statistique à Leipzig, disait : « L'empire allemand est un empire colonial. Il nous faut des terres ; et, non pas seulement des colonies, il nous faut des terres, même habitées par des étrangers, mais dont à l'avenir, nous ferons les destinées selon l'urgence de nos besoins. »

D'Albrecht Wirth : « Un peuple a besoin de terres pour s'y mouvoir et s'y nourrir. Aucun peuple n'en a plus besoin que le peuple allemand, qui augmente si rapidement et que torture l'exiguïté de son ancien domaine. Si



DANS UN DES POSTES MILITAIRES ALLEMANDS DU SUD-OUEST AFRICAIN

Revue des « schutztruppen » passée par leurs officiers le jour même de la déclaration de la guerre.

CHAMP DIAMANTIFÈRE EN EXPLOITATION A KOLMANSKOP (SUD-OUEST-AFRICAIN)

Les précieuses gemmes sont intimement mêlées aux sables qui abondent dans ce vaste territoire.

nous n'acquérons pas bientôt des terres nouvelles, nous allons inévitablement et rapidement à une catastrophe effroyable. »

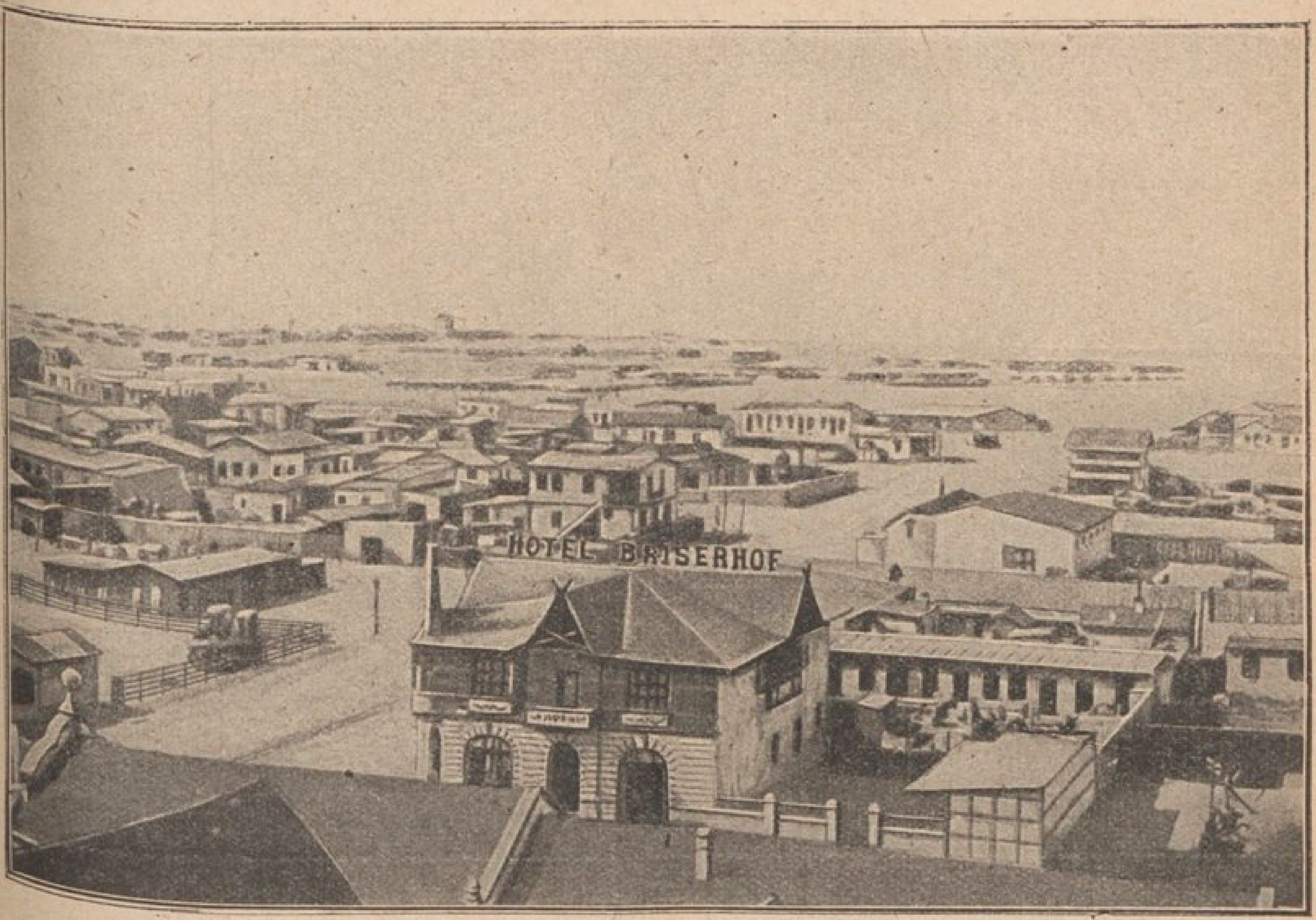
Bernhard von Dernburg, sous la direction de qui, de 1906 à 1910, les colonies allemandes ont connu leur plus grande prospérité, écrivait en 1907, dans *les Fins du colonialisme allemand* : « Le domaine colonial protège et affermit notre bilan financier national ; il permet de conserver en effet, à l'intérieur du pays, et nos capitaux et l'excédent de notre travail, en rémunération de matières premières ; la stabilité du change allemand est, du coup, assurée, et l'or ne s'écoule plus à l'étranger. L'activité économique coloniale n'est donc rien de plus ni de moins que la question de notre travail national, que la question du pain de milliers d'ouvriers de notre industrie, la question de l'utilisation fructueuse de nos capitaux. »

Il ne suffisait donc plus à l'Allemagne d'avoir 500.000 de ses enfants en France, 120.000 en Angleterre, 400.000 au Canada, 450.000 au Brésil, 40.000 en Argentine, 50.000 en Roumanie, 20.000 en Turquie et un peu plus de 12 millions aux Etats-Unis.

Des terres nouvelles, tel était le besoin général. Dans le Pacifique, on organisait la Nouvelle-Guinée ; on achetait les Carolines, les Mariannes et les Palaos à l'Espagne; on acquérait définitivement les îles de l'Amirauté, Bougainville, Choiseul. Les îles Samoa, arides et pauvres, sont partagées entre l'Angleterre, l'Allemagne et les Etats-Unis.

Dans un autre hémisphère, la Chine donne à bail à l'Allemagne, pour une période de quatre-vingt-dix-neuf ans, la baie de Kiao-Tchéou avec le port de Tsing-Tao, entouré d'une zone neutralisée de soixante kilomètres, ainsi que la concession d'une voie ferrée de 450 kilomètres en plein pays minier. Tout cela sous le prétexte que deux missionnaires avaient été assassinés par des indigènes !

Tel était donc l'ensemble du domaine colonial dont les Allemands avaient depuis vingt ans à peu près entrepris l'exploitation, à leur manière. Si le général Hindenburg a terminé une de ses dernières proclamations à ses troupes par ces mots cyniques : « Soyons durs », il n'a fait, en somme, que prêcher à nouveau la méthode employée par les conquérants africains pour réduire les indi-

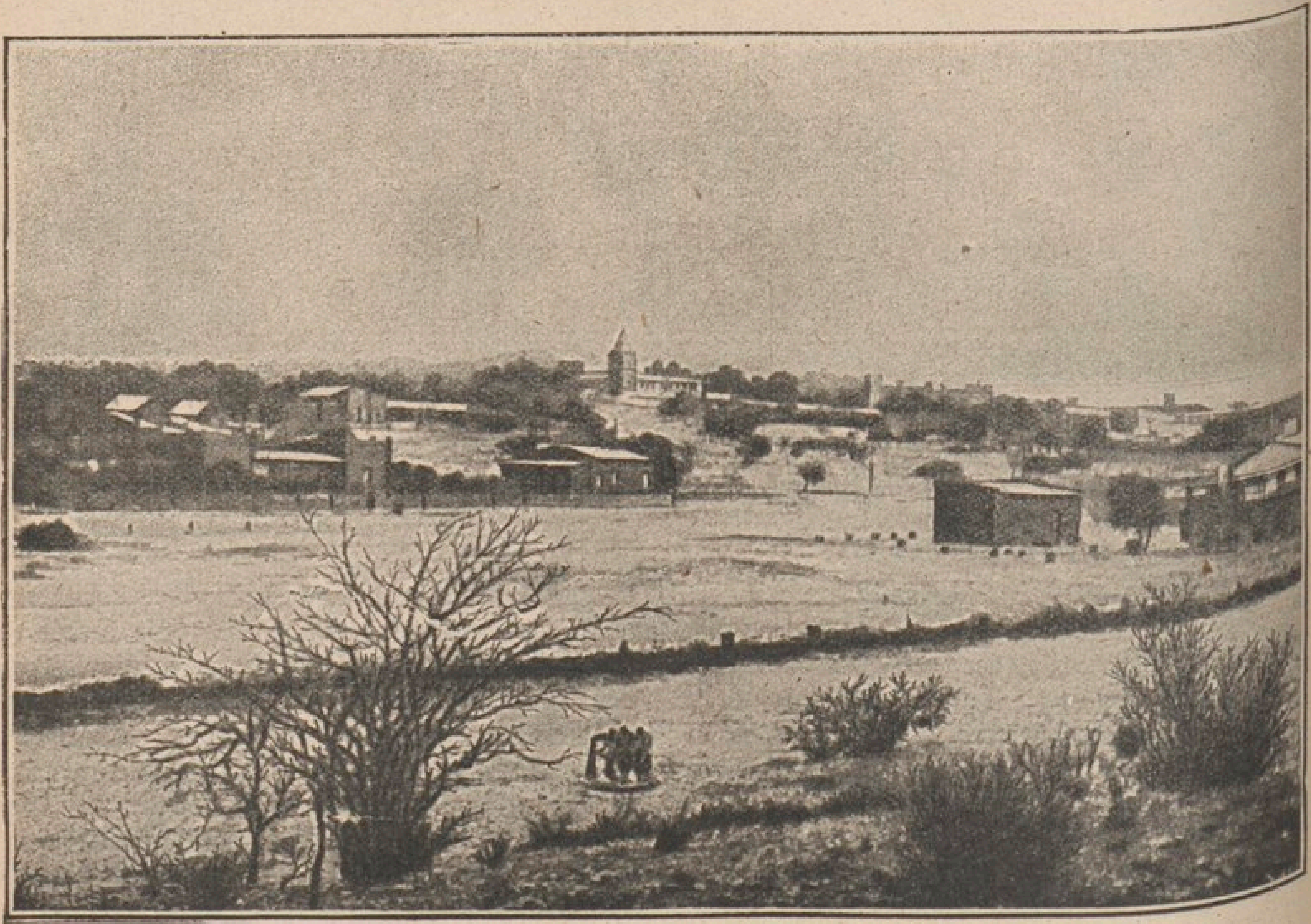


VUE PANORAMIQUE DE SWAKOPMUND, AU NORD DE WALFISH BAY

Cette ville nouvelle, fondée par les Allemands, où ils ont établi la tête de leurs chemins de fer du Sud-Ouest Africain, ne possède qu'un port artificiel qu'on a bien de la peine à préserver de l'ensablement.

LE GRAND ET PUISSANT CHEF BOULA A LA TÊTE DE SES GUERRIERS

Ce chef indigène, qui avait sous sa domination un vaste territoire de l'Afrique australe, fut capturé par les Allemands, emprisonné, puis fusillé par eux.



LA VILLE DE WINDHUK, CAPITALE DE L'AFRIQUE AUSTRALE ALLEMANDE

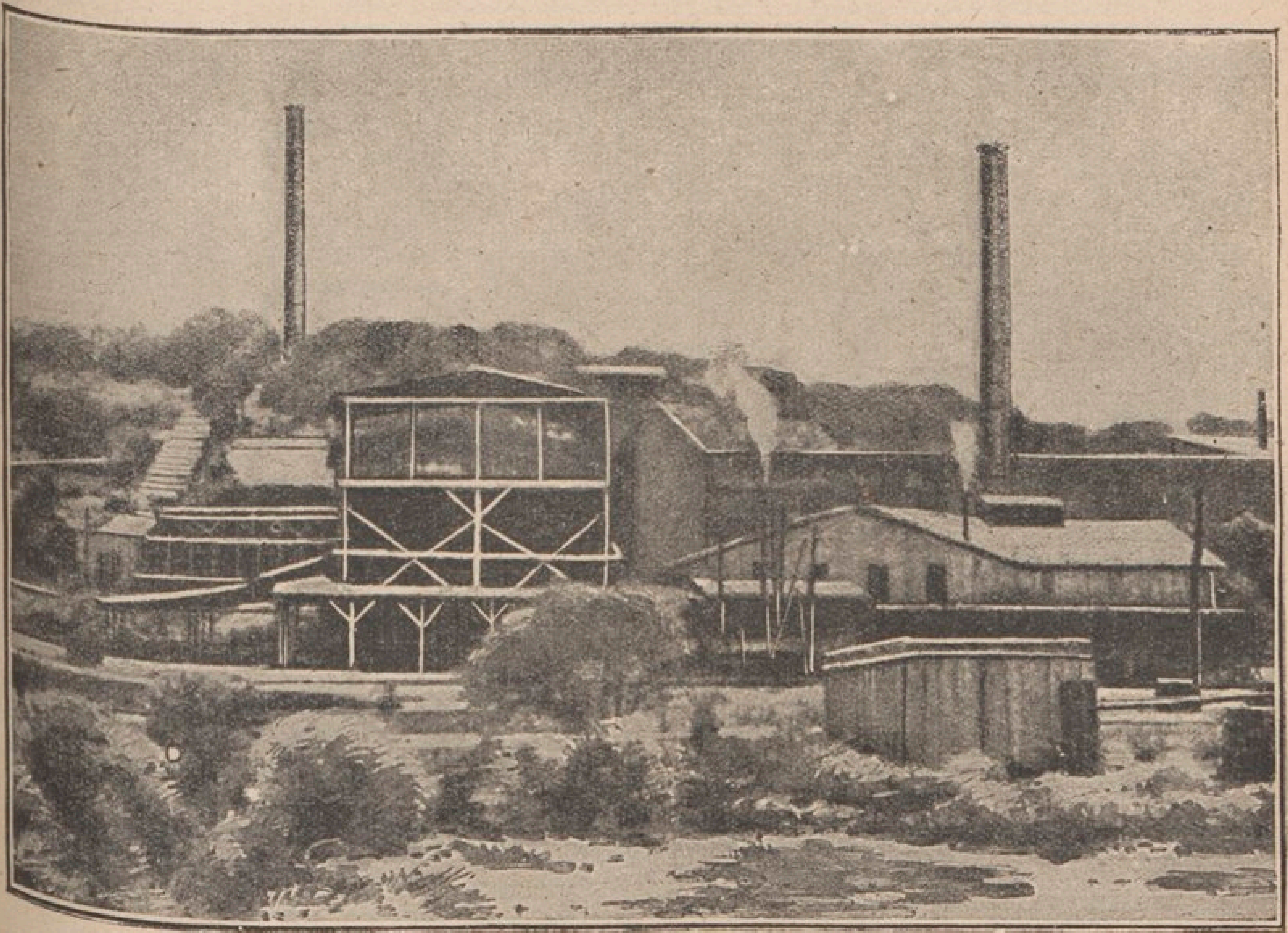
Située à plus de 200 kilomètres dans l'intérieur des terres, cette ville comptait, au début de l'année 1914, 1.450 habitants; elle est reliée à Swakopmund par la voie ferrée.

gènes de leurs territoires d'au-delà des mers.

« Le but de la colonisation est d'enrichir, sans scrupule et avec décision, notre peuple aux dépens d'autres peuples plus faibles, lit-on dans le journal de la Compagnie de l'Est Africain. » Et l'on fouette les noirs, on incendie les villages, on tue les vieillards et les impotents, simples mesures d'encouragement pour obtenir les marchandises à vil prix. Quand des rébellions éclatèrent, causées par les excessives sévérités des autorités locales, elles furent sauvagement réprimées. En 1903, le général von Trotha fut chargé de combattre les Herreros révoltés ; quand celui-ci se rembarqua, en 1905, les insurgés étaient tous morts ou réfugiés en territoire anglais. Von Trotha fut chaudement félicité.

La pénétration, si elle n'était pas pacifique, s'accomplissait néanmoins progressivement ; et le réseau ferré augmentait chaque année le nombre de ses kilomètres. En 1904, dans les colonies allemandes de l'Afrique, le rail s'étendait sur 479 kilomètres ; moins de dix ans après, on comptait 4.176 kilomètres de voies ferrées.

Au Togo, un chemin de fer côtier d'une trentaine de kilomètres relie la capitale, Lômé à Petit-Popo, Porto-Seguro et Bagida. De Lômé partent deux voies de pénétration ; l'une, de 175 kilomètres, dessert Atakpame, qui fut le dernier réduit des troupes allemandes qui défendaient la colonie ; l'autre, de 122 kilomètres de long, rejoint la capitale à Palimé, en passant par Kiewe, Assahien et Gadja. Une autre ligne, que l'on avait d'avance baptisée du nom de « chemin de fer de l'huile », devait remonter la vallée du Nono, riche en plantations de palmiers. Doublant ou prolongeant le rail, des routes ou des pistes bien entretenues desservent les capitales des districts et pénètrent dans la région montagneuse qui se développe en longueur dans le centre de la colonie.



USINE CONSTRUITE PAR LES ALLEMANDS A TSOUMEB (SUD-OUEST AFRICAIN)

Dans cette usine, pourvue d'un outillage moderne perfectionné, on traitait les minerais de cuivre.

Au Cameroun, une centaine de kilomètres seulement sont construits : Duala à Edea, d'une part, Bonabau à Bamum, sont les centres réunis. Mais le programme à l'étude, nous dit M. Maurice Besson, était de grande envergure et cherchait, sans nul doute, à établir une communication entre l'Est Africain allemand et le Cameroun. « Il suffira de neuf à dix jours pour aller de Dar es Salam

à Stanleyville. Ce chemin de fer est comme un nouvel anneau de la chaîne des voies ferrées qui, un jour, uniront entre elles nos colonies d'Afrique », écrit la *Vossische Zeitung*.

L'Est Africain, la plus importante des colonies allemandes, celle qui avait été le mieux préparée pour la longue défense qu'elle a soutenue et dans laquelle les postes militaires et les centres de résistance avaient été multipliés, comporte un important réseau de voies ferrées. Une ligne avait été établie entre Tanga, sur la côte, et le Kilimandjaro pour se prolonger jusqu'au lac Victoria. Plus au sud-est, le chemin de fer de Dar es Salam à Kigoma, sur le lac Tanganyika, était achevé en février 1914 ; il traverse de part en part la colonie, sur une longueur de 1.250 kilomètres. De Kigoma à Albertville, sur la rive du Congo belge, la traversée du lac se fait en douze heures ; et, par cette voie, les Allemands espéraient drainer facilement tout le trafic des possessions belges limitrophes.

Dans le Sud-Ouest Africain, on compte un peu plus de 2.000 kilomètres de voies ferrées : Swakopmund à Windhuk, la capitale, 380 kilomètres de rail, et Swakopmund à Tsoumeb, par Otavi, ligne desservant les mines de cuivre. D'autre part, Windhuk est relié par le rail à Keetsmanshoop et Luderitzbucht, l'ancien port, que Swakopmund a détrôné parce qu'il est plus près de la région des mines, très activement exploitée.

Nous avons dit plus haut la grande importance du chemin de fer qui relie Tsing-Tao, sur la baie de Kiao-Tchéou, à Tsinanfou, capitale du Chantoung. Cette ligne, d'une longueur de 435 kilomètres, dessert les riches houillères de la région, et devait, par la suite, mettre la concession en communication avec la vallée du Yang-Tsé et Pékin. Le port de Tsing-Tao, dont les Japonais se sont emparés après un siège assez sévère, comportait un outillage considérable qui en faisait une importante station navale, d'où les Allemands comptaient bien, tôt au tard, affirmer leur domination dans le Pacifique.

Dans les autres colonies, Samoa ou Nouvelle-Guinée, le peu d'étendue et l'insalubrité ont empêché l'établissement de voies ferrées, et l'outillage économique y fait

L'AFRIQUE ORIENTALE ALLEMANDE

Les Allemands comptaient mettre à profit la situation de cette colonie pour drainer tout le commerce et tous les produits du Congo belge et ceux de la possession portugaise de Moçambique.

encore, pour ainsi dire, complètement défaut, à l'exception, cependant, du port de Jalnit, dans l'archipel des Marshall.

Quelles sont la surface et la population de ces diverses colonies? L'almanach de Gotha fournit à cette question la réponse officielle :

Le Togo mesure 87.200 kilomètres carrés et a une population de 1.032.368 âmes environ dont 368 blancs, non compris les soldats.

Le Cameroun : 790.000 kilomètres carrés et 2.752.871 habitants environ dont 1871 Européens représentés par les colons.

Le Sud-Ouest Africain : 835.100 kilomètres carrés, 298.130 habitants, dont 14.830 blancs.

L'Est Africain : 995.000 kilomètres carrés et 7.666.336 habitants dont 5.336 blancs.

Ce qui, pour le domaine africain, donne un total de 2.707.000 kilomètres carrés et 11.549.405 habitants dont 22.405 Européens.

La Nouvelle-Guinée et les îles Samoa, colonies de l'océan Pacifique, mesurent 245.048 kilomètres carrés et 641.224 habitants dont 1.984 Européens. Enfin, le territoire affermé de Kiao-Tchéou ne mesure que 552 kilomètres carrés, mais compte 196.470 habitants dont 4.470 Européens.

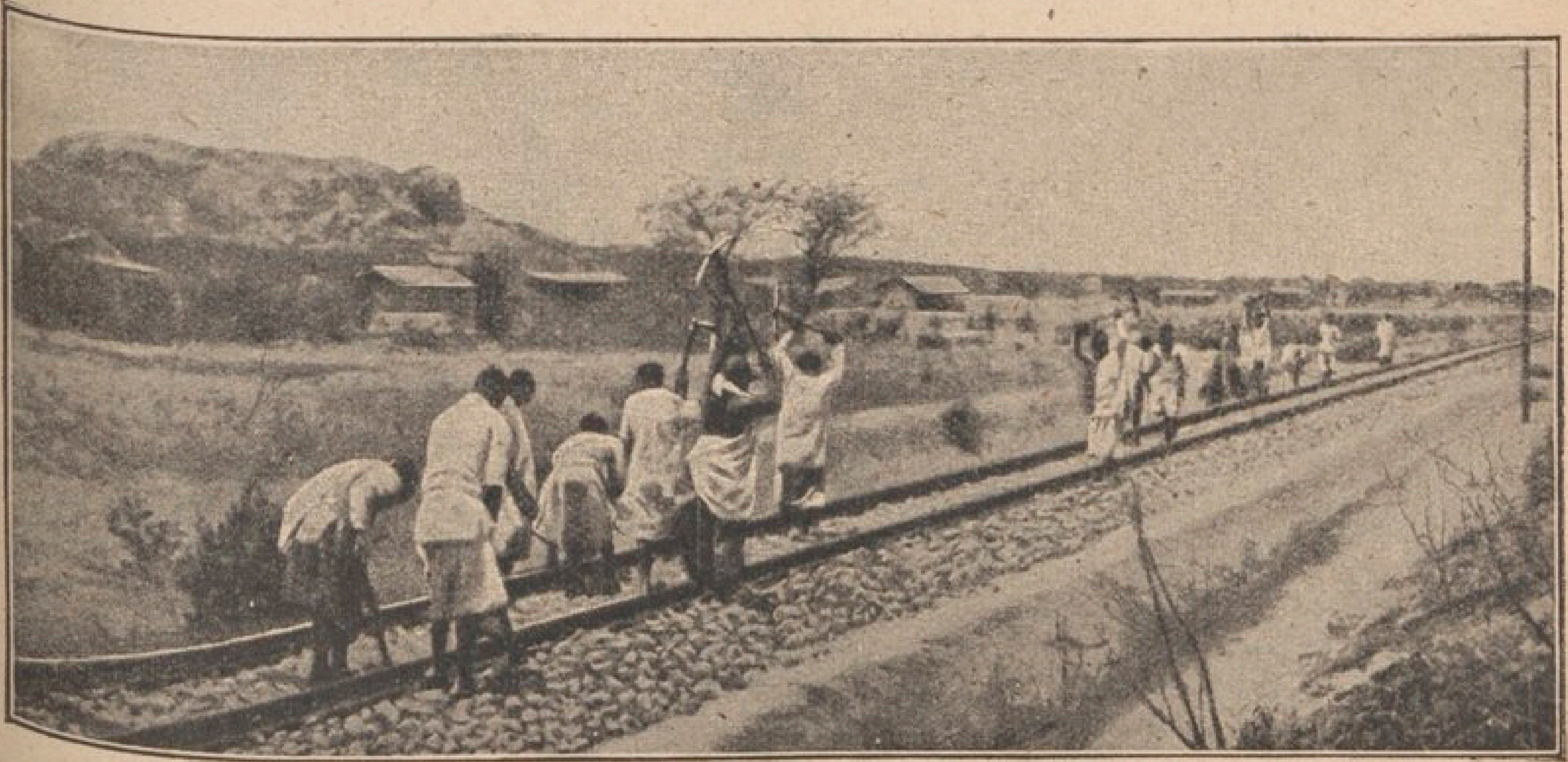
L'Allemagne possédait donc, en 1914, un territoire colonial d'une étendue de près de 3 millions de kilomètres carrés, habité par 12.358.000 indigènes et 28.559 Européens.

Ces colonies n'avaient pas toutes une valeur égale, et si quelques-unes semblaient ne devoir jouer d'autre rôle que celui de relai sur les lignes maritimes, les autres, et notamment celles de l'Afrique méridionale, donnaient déjà d'intéressants résultats et promettaient un avenir extrêmement riche.

Les cultures coloniales : palmiers, arbres à caoutchouc, coton, sont la richesse du Togo ; les Allemands ont essayé d'y ajouter le café, le cacao. Les statistiques de 1911, les dernières qu'on possède, établissent que l'exportation de l'huile de palme a produit 6.500.000 francs et le caoutchouc 1.200.000 francs.

Nous retrouvons au Cameroun : le caoutchouc, l'huile de palme et l'exploitation forestière, particulièrement intensive.

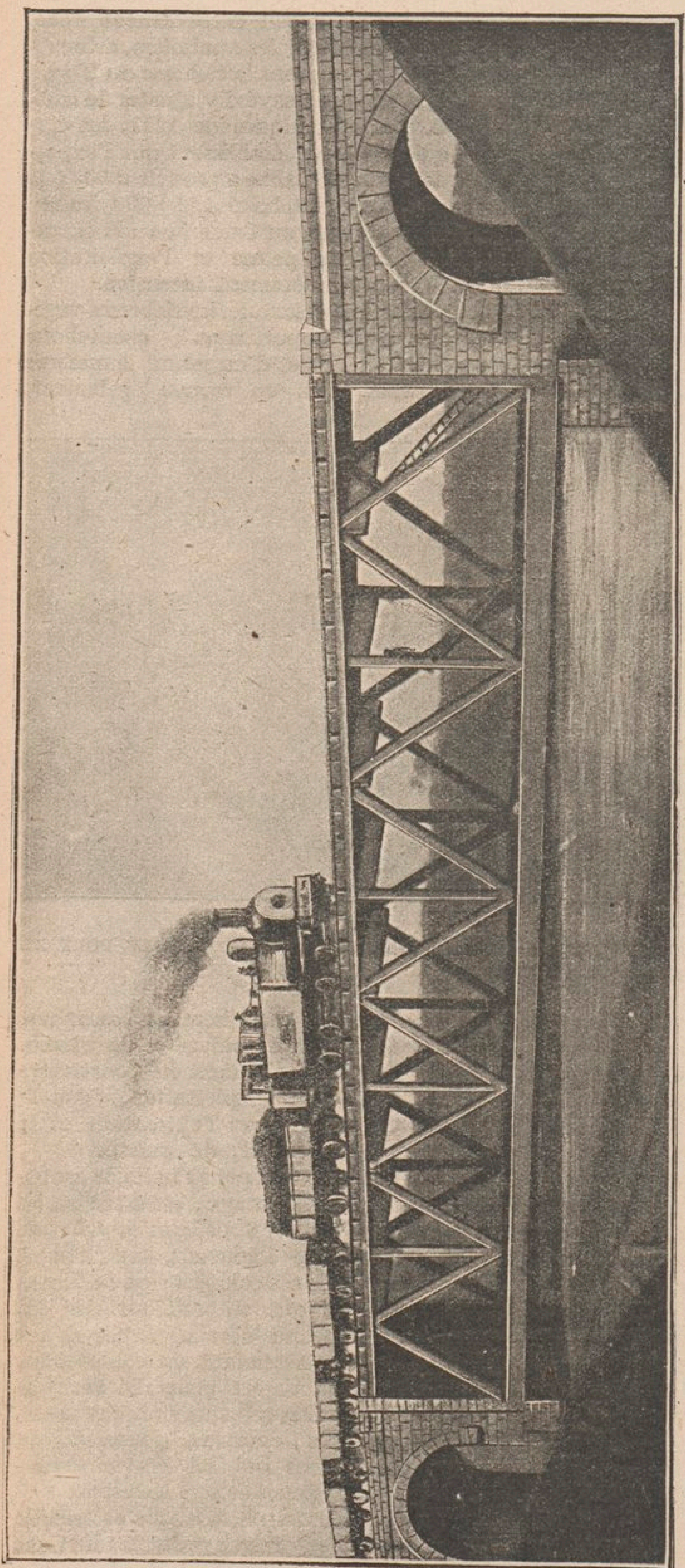
Dans l'Afrique orientale, les richesses végétales sont aussi importantes ; caoutchouc et coprah font l'objet d'un grand commerce d'exportation. Mais on trouve également, dans cette colonie, des gisements aurifères, des minerais de fer, de cuivre et de plomb. D'importantes usines avaient été construites et étaient en pleine exploitation, dans la région de Tsoumeb, pour l'extraction et le traitement des minerais de cuivre.



INDIGÈNES TRAVAILLANT A LA CONSTRUCTION DE LA VOIE FERRÉE QUI RELIE LE PORT DE DAR ES SALAM, SUR L'OCÉAN INDIEN, AU LAC TANGANYIKA

Si l'on considère que, pour l'huile, le caoutchouc, le coton, l'Allemagne était tributaire de l'étranger ; que, sur 6 millions de kilos de caoutchouc qu'elle importait, un tiers à peine provenait de ses colonies ; que celles-ci ne fournissaient que 27 millions sur les 625 millions de francs d'huile que les usines métropolitaines réclamaient, on comprendra combien devenait urgent pour elle l'exploitation des territoires coloniaux où elle pourrait trouver ces énormes quantités de matières premières qui lui étaient indispensables pour alimenter son industrie.

Autre genre de richesses dans la colonie de l'Est Africain. On y retrouve les productions



PONT DE RUTSCHUGI, SUR LA LIGNE DU CHEMIN DE FER DU TANGANYIKA, DANS L'AFRIQUE ORIENTALE ALLEMANDE

du Transvaal, la colonie voisine : pâturages et élevage à la surface, 1 million de têtes de bétail ; au-dessous, les mines : mines de cuivre, mais surtout, mines de diamants. En 1913, la production a été de 1.570.000 carats représentant une somme de 54 millions de francs.

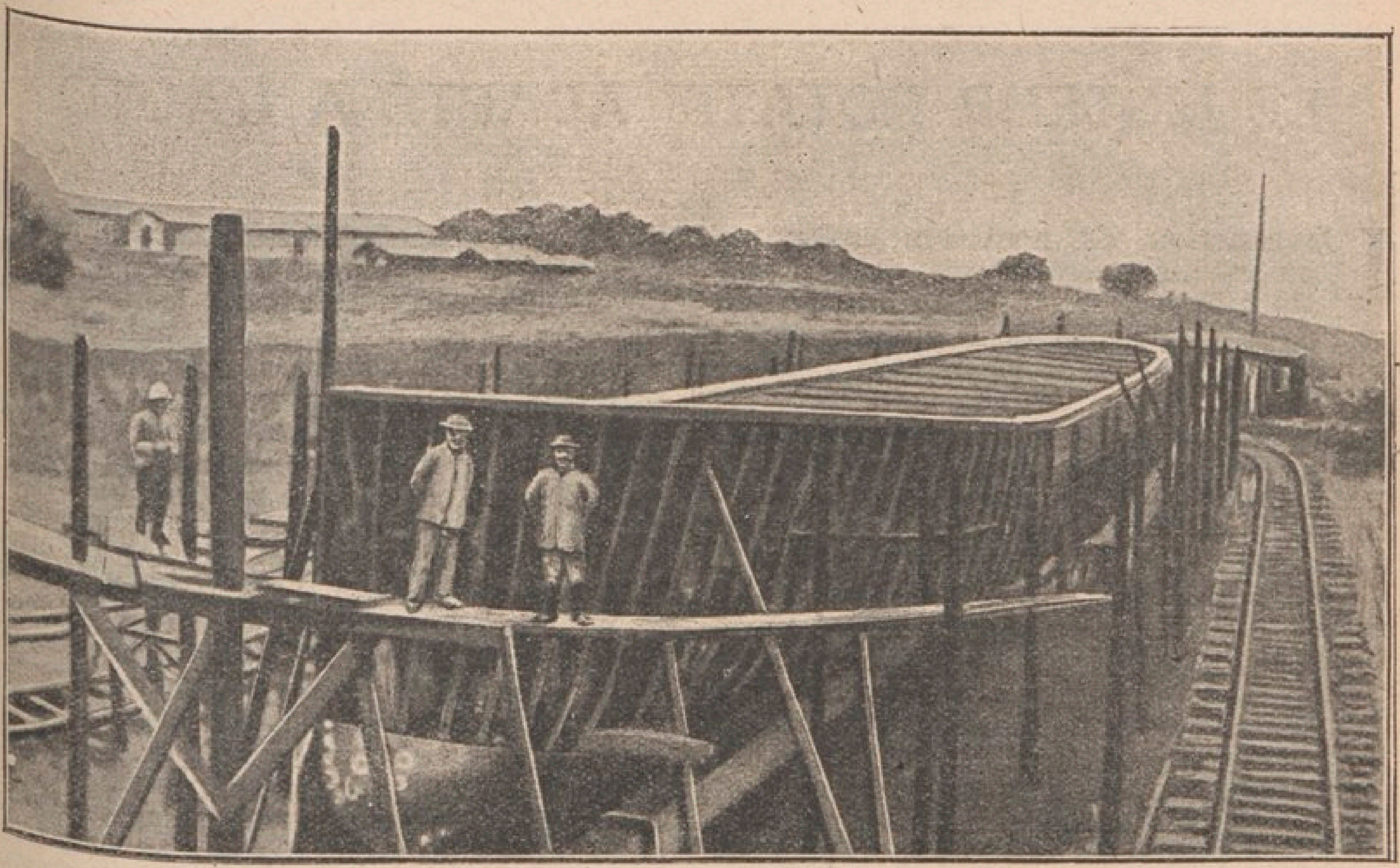
Les productions de la Nouvelle-Guinée sont le coprah, la nacre, qui donnent lieu à un commerce d'exportation qui a atteint, en 1914, plus de 15 millions de francs.

Quant à la colonie à bail de Kiao-Tchéou, son commerce total s'est élevé, en 1912, à 244 millions de francs. Dans son ensemble, le commerce des colonies allemandes avait produit, cette année-là, 576 millions, répartis en 324 millions de francs d'importations et 251 millions d'exportations.

Telles étaient donc, au résumé, les colonies allemandes et leur situation économique, que l'on pouvait considérer comme prospère, en l'an 1914.

Quelque pitié que puissent avoir pour l'ennemi à terre certains idéalistes, il est acquis qu'on ne rendra pas à l'Allemagne, qui ne fut à aucune minute et ne deviendra jamais un ennemi loyal et humain, ce domaine colonial où elle aurait bientôt fait de puiser des forces nouvelles destinées à sa lutte haineuse et sournoise contre le reste du genre humain.

La perte des colonies est un sujet qui préoccupe tous les milieux allemands ; les ouvriers et soldats, les derniers venus au pouvoir, à la suite de la défaite militaire et de la honteuse fuite du

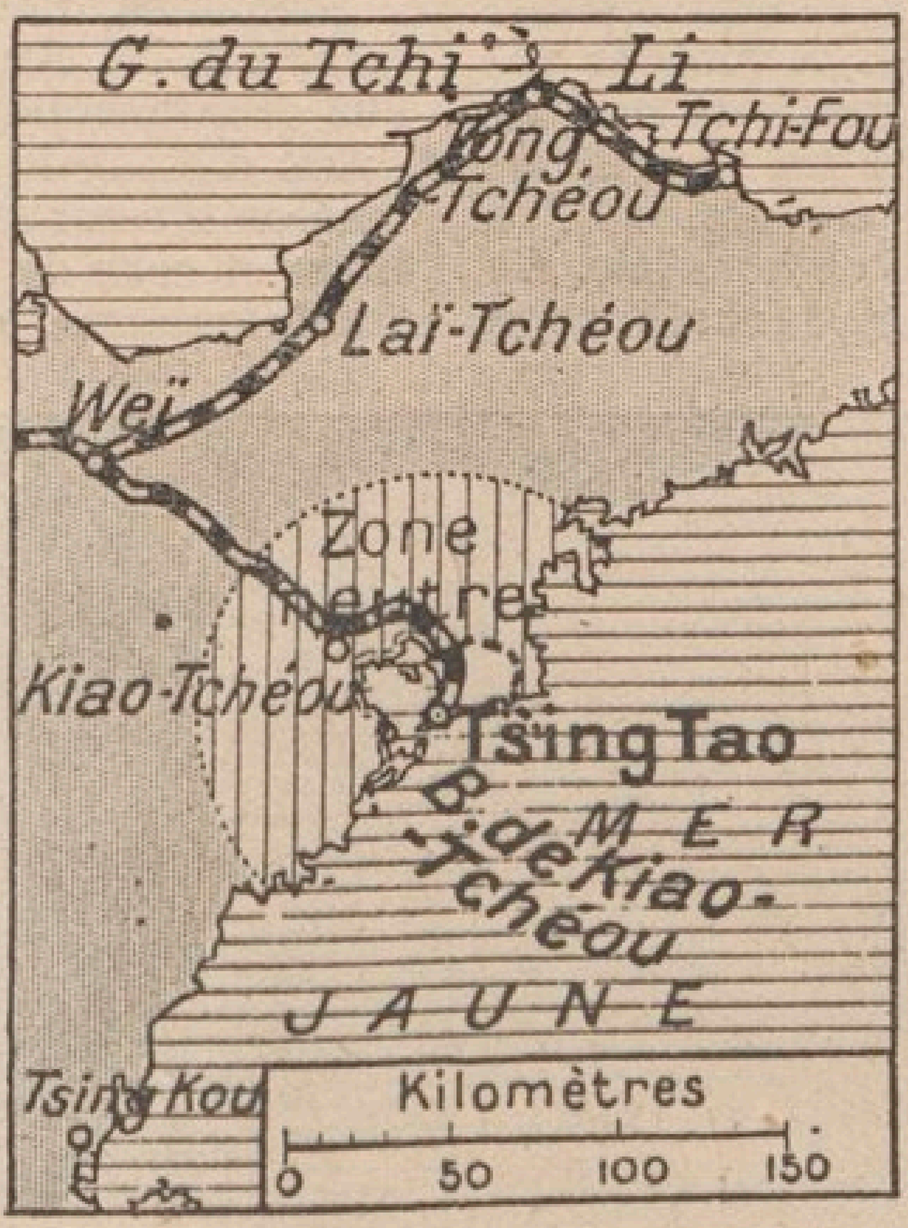


UN CHANTIER DE CONSTRUCTIONS NAVALES A KIGOMA, SUR LE LAC TANGANYIKA

kaiser Guillaume, se réunissaient en décembre, à Berlin, et, au cours d'une séance de leur congrès, votaient à l'unanimité la platonique résolution suivante :

« La possession d'un domaine colonial est indispensable à la vie économique de l'Allemagne. Nos colonies doivent donc nous revenir. En vertu du programme de paix de Wilson, aucun pays ne peut être privé de ses colonies. Toute la politique intérieure de l'Allemagne doit être dirigée en vue de la prochaine reprise de son domaine colonial. »

Rathenau, le roi de l'électricité allemand, qui fut un des principaux artisans de la résistance ennemie, donnant son opinion sur la situation économique faite à l'Allemagne par la défaite, a dit : « Nous sommes ruinés pour plusieurs générations; nous sommes ruinés politiquement, industriellement, économiquement. Nous avons près de 70 millions d habitants dont la moitié vit des produits du sol et du sous-sol, et l'autre moitié d'industries qui ont besoin de matières premières. Or, nous avons perdu nos colonies, l'Alsace-Lorraine et tous leurs gisements de fer et de potasse. La ruine nous forcera à émigrer soit dans l'Amérique du Sud et l'Extrême Orient, soit en Russie, ou plus loin. »



LA CONCESSION ALLEMANDE DE KIAO-TCHÉOU

En avouant la défaite de sa patrie et la ruine qui en est la conséquence, Rathenau nous laisse comprendre que la perte de son domaine colonial, qui serait devenu bientôt le nourricier de l'Allemagne, lui était plus sensible que la perte de territoires européens; mais, en terminant, comme le Parthe, il nous lance sa dernière menace, celle de noyer l'Europe sous le flot de son émigration. Averties et avisées, les puissances de l'Entente sauront prendre les mesures nécessaires pour arrêter la marée de ces indésirables émigrants et pour modérer l'essor trop rapide de l'industrie concurrente.

MARCELLIN DARAST.

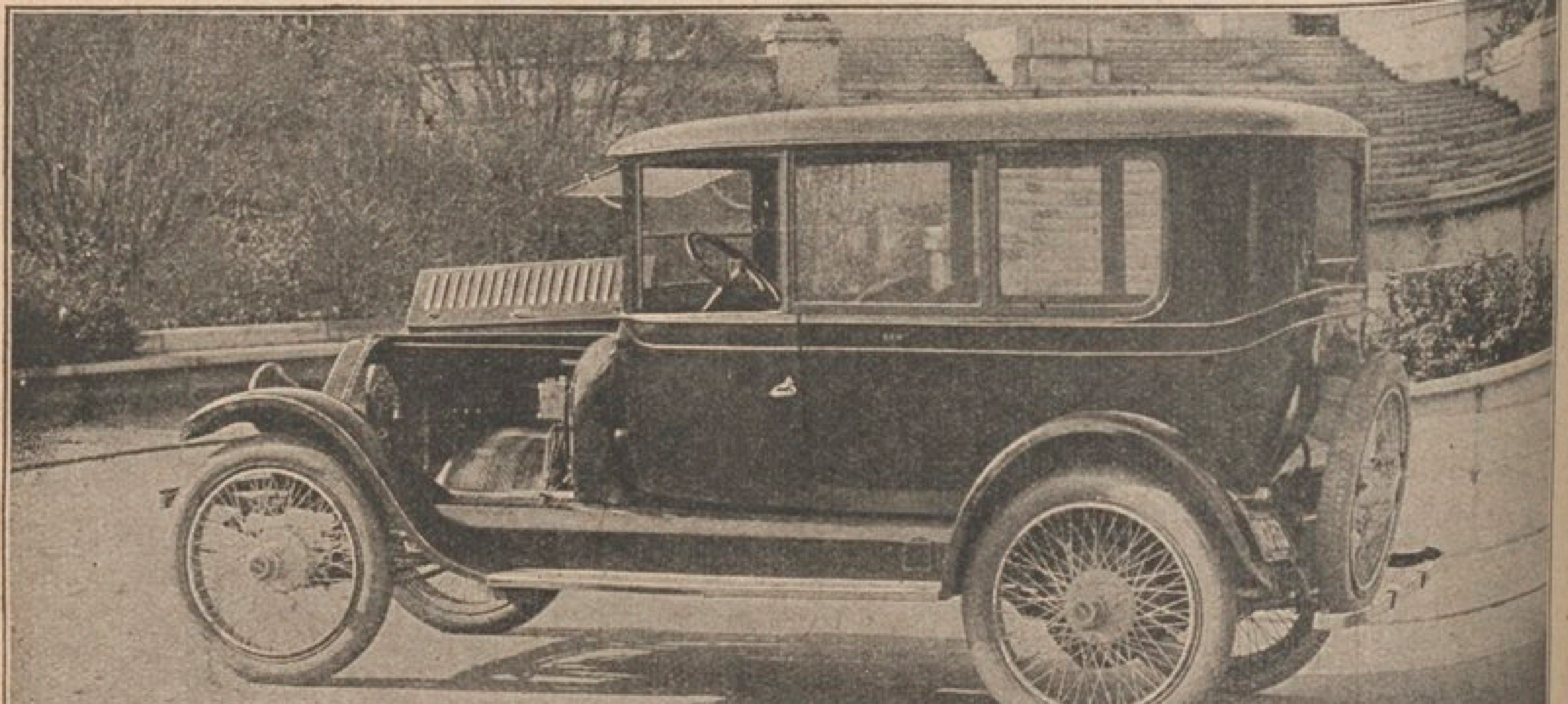
LE MOTEUR ROTATIF ADAPTÉ A L'AUTO

L'apparition de nouveaux carburants ou mélanges carburants, due en partie à la raréfaction et à la hausse du prix de la gazoline, le désir grandissant de trouver un système de locomotion automobile mieux approprié aux conditions si variables de la circulation sur routes et surtout moins compliqué que la solution actuelle, d'autres signes encore, très caractéristiques, font prévoir un prochain et profond remaniement de l'industrie automobile.

C'est aux Etats-Unis que les symptômes de ce « travail intérieur » sont les plus manifestes. Certes, on y construit encore, on y produit surtout des voitures à essence dont les moteurs, comme s'ils n'étaient pas déjà terriblement compliqués, n'ont plus guère moins de six cylindres et en possèdent souvent huit et douze. Mais on y fabrique aussi beaucoup plus d'automobiles à vapeur — d'ailleurs très perfectionnées — que durant ces dernières années, et on s'essaye à des solutions mixtes ou simplifiées qui rencontrent auprès de l'acheteur, quelle que soit sa catégorie, un succès indiscutable.

C'est dans une voie particulièrement intéressante que s'est engagé M. Benjamin F. Augustine, de Buffalo. Cet ingénieur semble affectionner particulièrement le moteur rotatif, puisque, ayant déjà inventé un moteur rotatif à vapeur, c'est encore un moteur de ce type, mais cette fois à essence, qu'il a construit et installé sur une automobile. Ce moteur, à démarrage automatique et allumage par magnéto, se refroidit suffisamment de lui-même en tournant pour n'avoir pas besoin de circulation d'eau ; comme le montre la netteté de l'instantané photographique qui a été pris de la voiture, il ne vibre pas ; la marche arrière s'obtient par la simple commande d'un manchon qui renverse le sens de l'admission du mélange carburant. D'autre part, l'inventeur déclare que, refoulés par une pompe à l'intérieur du carter, puis projetés en tourbillonnant par la force centrifuge, préalablement à leur admission dans les cylindres, les gaz frais sont plus intimement mélangés et sont aussi réchauffés et quelque peu comprimés avant leur compression par les pistons, ce qui augmente sensiblement le rendement du moteur. Enfin, la chasse des gaz d'échappement serait, dans la machine de M. Augustine, très améliorée par ce fait que l'admission des gaz frais s'y fait dans le même sens que celui de l'expulsion des gaz brûlés et commence un peu avant que les soupapes d'échappement de ces derniers ne soient closes. Ainsi, les gaz frais, déjà sous pression, chassent devant eux les gaz brûlés sans, bien entendu, qu'il leur soit permis de s'échapper eux-mêmes au dehors.

Signalons, pour terminer, que le moteur rotatif de M. Augustine ne pèse pas plus de 908 grammes par cheval et que, sur un parcours d'essai de 220 kilomètres, la consommation d'essence a été de 11 litres 70 centilitres et celle de l'huile, de 43 centilitres aux 100 kilomètres, ce qui n'est pas considérable.



LE MOTEUR ROTATIF DE M. BENJAMIN AUGUSTINE NE VIBRE PAS

La netteté de cette photo, prise alors que le moteur était en marche, permet de le constater.

LES PHARES HERTZIENS, GUIDES DES NAVIRES DANS LA BRUME

Par le Commandant POIDLOUE

Avant de passer à la description des phares eux-mêmes, pour l'intelligence de ce qui va suivre rappelons quelques-unes des propriétés des courants alternatifs, qui sont uniquement employés dans ces appareils. Si on prend un aimant en fer à cheval, entre les pôles nord et sud duquel tourne un noyau en fer ou armature, dans lequel on a creusé des entailles pour y loger des spires isolées les unes des autres et que les extrémités de ces spires soient soudées sur le noyau à deux bagues de cuivre sur lesquelles frottent deux balais, dont les bornes sont connectées à un circuit extérieur dans lequel on a intercalé un galvanomètre, on constate ce phénomène :

Qu'au passage des spires devant le pôle nord de l'aimant, il s'induit dans les spires une force électro-motrice maximum, qu'après un quart de tour, cette force devient nulle, qu'après un demi-tour, elle redevient maximum, mais en changeant de sens, qu'après trois quarts de tour, elle est encore nulle pour passer ensuite par un maximum ; il s'est donc produit dans le circuit extérieur un courant dit alternatif.

Au premier abord, on pourrait croire que l'action de ce courant devrait être nulle et comparable à celle d'un homme qui, faisant un pas en avant, puis un pas en arrière, n'avancerait pas. Le contraire se produit cependant ; le fil métallique qui réunit les bornes du circuit extérieur de l'*alternateur* (c'est ainsi qu'on le désigne), s'échauffe, rougit si le courant est intense ; on observe également des effets chimiques, des effets magnétiques sur une aiguille aimantée, des actions électrodynamiques (actions de deux courants parallèles l'un sur l'autre), les *courants de même sens s'attirant* et ceux de sens contraire se repoussant.

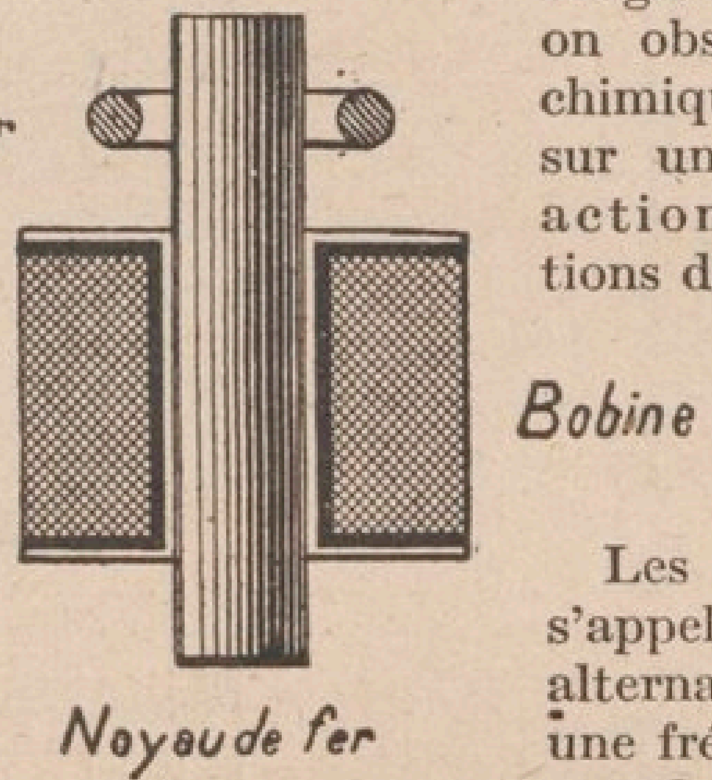


FIG. 1. — ACTION INDUCTIVE DU COURANT ALTERNATIF

L'anneau métallique est repoussé vers le haut et soutenu comme par une main invisible, en même temps qu'il s'échauffe considérablement.

Les changements de courant s'appellent des alternances ; deux alternances formant une période ; une fréquence de 25 périodes comprend donc 50 alternances.

Quand la fréquence augmente considérablement, par exemple à plusieurs millions de périodes, les effets chimiques et magnétiques sur l'aiguille aimantée cessent d'être perceptibles, les particules chimiques ou molécules de fer n'ayant pas le temps de suivre ces impulsions, d'une énorme rapidité, qui tendent à les pousser, soit dans un sens, soit dans l'autre.

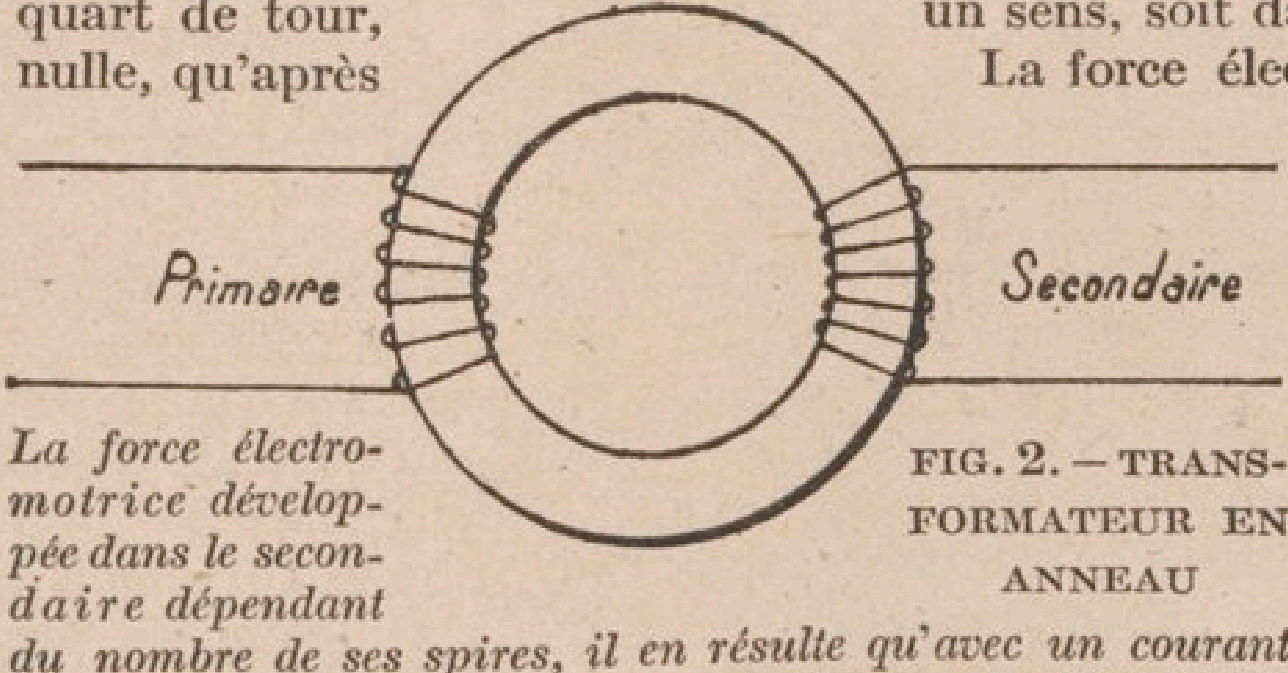


FIG. 2. — TRANSFORMATEUR EN ANNEAU

La force électro-motrice développée dans le secondaire dépendant du nombre de ses spires, il en résulte qu'avec un courant très faible et sans aucun mouvement, *on peut obtenir une force aussi considérable que l'on veut.*

La force électro-motrice et l'intensité ou débit des courants alternatifs n'est pas constante comme celle des courants continus ; pour pouvoir les mesurer on compare les effets calorifiques qu'ils produisent, par exemple, à ceux d'un courant continu ; un courant alternatif d'un ampère est le courant qui produira exactement les mêmes effets calorifiques

qu'un courant continu également d'un ampère, de même pour les volts.

Faisons passer maintenant un courant alternatif dans une bobine dans laquelle est placé un noyau de fer cylindrique la dépassant de hauteur, noyau sur lequel on a enfilé un anneau de fer (fig. 1).

Comme nous voyons l'anneau se soulever et rester suspendu en l'air, nous avons le droit de conclure qu'il s'y est induit une force électro-motrice et un courant en sens

d'abord adopté la disposition de la figure 2 qui présentait l'avantage de faire passer toutes les lignes de force dans le fer, mais comme elle nécessitait un bobinage à la main très dispendieux, on a choisi un dispositif, basé sur le même principe mais comportant plusieurs bobines d'usage courant.

Le phare hertzien Bethenod, dont nous donnons ci-dessous la description, produit dans le téléphone de réception un son musical.

Le véritable caractère d'un son musical

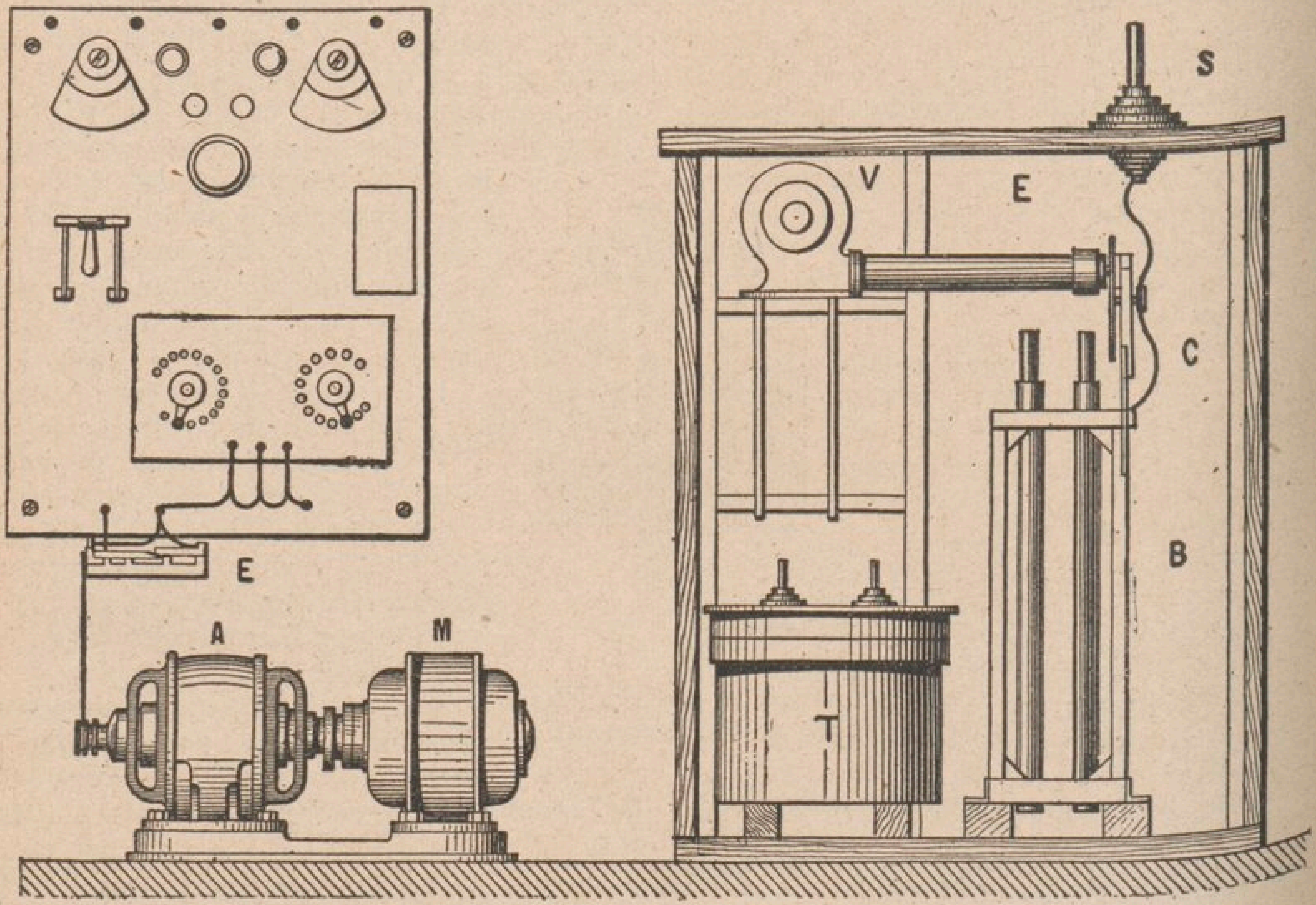


FIG. 3. — DISPOSITIFS DU RADIO-PHARE SYSTÈME BÉTHENOD

M, *moteur;* A, *alternateur;* B, *batterie;* C, *circuit oscillant;* E, *éclateur;* S, *entrée d'antenne;* T, *transformateur;* V, *ventilateur;* E (*à gauche*), *émission automatique.*
M, *entraînant* A, *produit un courant alternatif transformé en* T, *chargeant* B, *passant aux bornes de* E (*à droite*), *fournissant des étincelles oscillantes et produisant dans* S *un courant alternatif à haute fréquence donnant naissance à des ondes hertziennes pouvant être reçues par des navires en mer.*

contraire du sens général du courant de la bobine et que c'est la répulsion de ces deux courants qui a déterminé le déplacement plus ou moins accentué de l'anneau.

Si nous remplaçons l'anneau par une bobine, comme la force électro-motrice qui s'y développera dépend du nombre de spires de son enroulement, il en résulte qu'avec un courant alternatif relativement très faible et sans *aucun mouvement*, on pourra obtenir rapidement une force électro-motrice aussi grande que l'on voudra.

L'ensemble de ces deux bobines constitue un *transformateur;* primitivement, on avait

est l'isochronisme des ondes ou vibrations ; quand, au contraire, le tympan est frappé par une suite d'ébranlements désordonnés, il y a bruit et inintelligibilité complète.

Si le nombre de vibrations est inférieur à 16, l'oreille ne perçoit que des bourdonnements semblant de provenance lointaine ; quand le nombre des vibrations est supérieur à 38.000 par seconde, l'oreille perçoit un cri qui l'impressionne désagréablement.

Les limites des sons musicaux sont comprises entre 30 et 40.000 vibrations par seconde, dans un intervalle de sept octaves ; le *la* correspond à 435 vibrations doubles.

FIG. 4. — ARMOIRE VITRÉE DES APPAREILS A HAUTE TENSION

Si l'on ouvre la porte de cette armoire quand le radio-phare fonctionne, le courant est coupé.

Les radio-phares des îles d'Ouessant et de Sein, actuellement en service, sont constitués de la manière suivante :

a) Un ensemble à émission musicale complet mû par un moteur à pétrole lampant ou une machine électrique quelconque ;

b) Un émetteur automatique du système adopté par l'administration des phares ;

c) Une antenne permettant l'emploi d'une longueur d'ondes de 100 à 150 mètres.

Le matériel d'émission consiste en un alternateur J. Béthenod permettant d'établir une fois pour toutes la résonance du circuit comprenant l'enroulement primaire du transformateur sur l'enroulement secondaire (voir la fig. 3 à la page précédente).

Le courant fourni par l'alternateur passe ensuite dans ce transformateur élevant la force électro motrice de 125 à 10.000 volts ; il a son isolement assuré pour 30.000 volts, et est placé ainsi que tous les autres appareils à haute tension, dans une armoire vitrée qui met le personnel à l'abri d'accidents; si, par imprudence, alors que le radio-phare fonctionne, le gardien ouvre la porte, le courant est alors coupé automatiquement par un verrou de sûreté (fig. 4).

Le courant venant du transformateur charge un condensateur (quatre bouteilles Mociski capables de résister à 30.000 volts), dont les deux pôles sont reliés aux bornes d'un éclateur composé d'un tube en laiton et d'un plateau en cuivre. Les étincelles jaillissent entre le bout du tube et le plateau ; ce tube est ventilé au moyen d'une soufflerie électrique. Tout a été prévu pour que le radio-phare fonctionne automatiquement pendant trente heures consécutives sans aucune intervention du gardien. Celui-ci n'a même pas à surveiller les appareils.

L'émission automatique est obtenue au moyen d'un manipulateur Blondel, qui donne l'indicatif ou nom du poste. Son principe est le suivant : deux contacts sont intercalés sur le circuit d'excitation de l'alternateur, et sont établis par deux roues à cames agissant sur des ressorts-lames munis de galets ; ces roues à cames sont mises en mouvement par l'alternateur au moyen de la poulie à gorge que l'on voit à la partie supérieure droite de la figure 5, au bas de la présente page.

Le premier contact est établi pendant dix secondes et à des intervalles de trente secondes ; le second contact donne l'émission du signal indicatif du poste pendant les dix secondes du premier contact, les cames d'une roue représentant par leurs longueurs relatives les lettres de ce signal en longues et en brèves de l'alphabet Morse. L'antenne est constituée

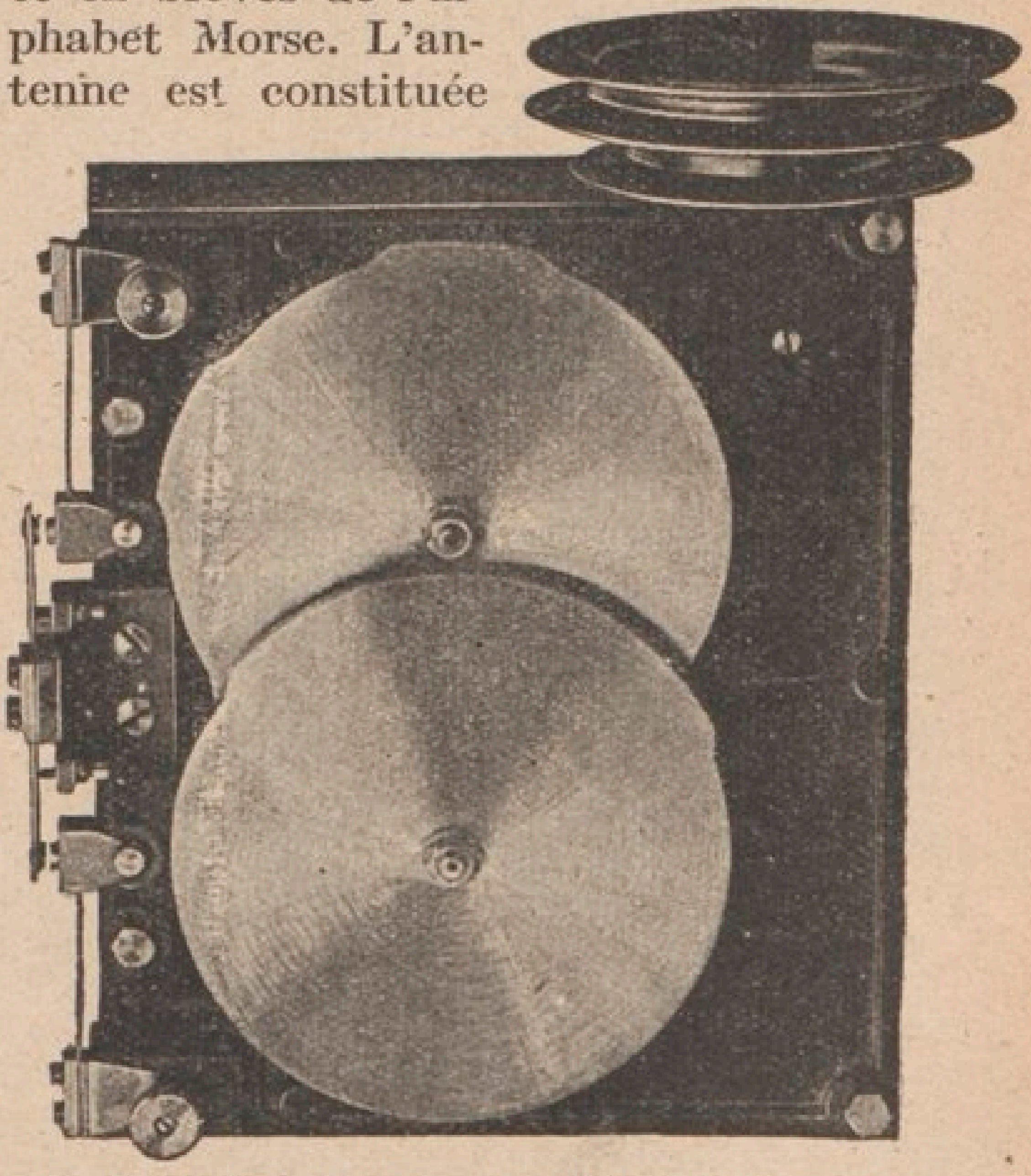


FIG. 5. — ÉMETTEUR AUTOMATIQUE BLONDEL

Cet appareil donne l'indicatif ou nom du poste, au moyen de roues à cames agissant sur des ressorts-lames munies de galets et mises en mouvement par l'alternateur.

en vue d'obtenir une portée ne dépassant pas 30 milles (55 kilomètres) ; la convention internationale a, en effet, imposé cette limite, qui semble un peu courte, pour que les ondes des radio-phares n'interfèrent pas avec les ondes des postes des services publics.

A Ouessant, le radio-phare se trouvant à deux kilomètres de la station de T. S. F. des postes et télégraphes, il était indispensable de prendre toutes les précautions pour que ces postes ne se brouillent pas entre eux ; les ondes de 125 m. ne gênent aucunement les ondes commerciales les plus courtes de l'autre station, malgré sa proximité.

Nous trouvons donc un moteur à pétrole ou électrique entraînant un alternateur produisant un courant alternatif dans la bobine où tourne l'armature, puis un transformateur qui envoie son électricité à un condensateur composé de quatre tubes Mosciski constitués par des cylindres en verre à l'intérieur desquels sont tassées des plaques de verre sur lesquelles sont collées des feuilles d'étain ; ce condensateur emmagasine l'électricité et la rend intégralement quand le besoin s'en fait sentir.

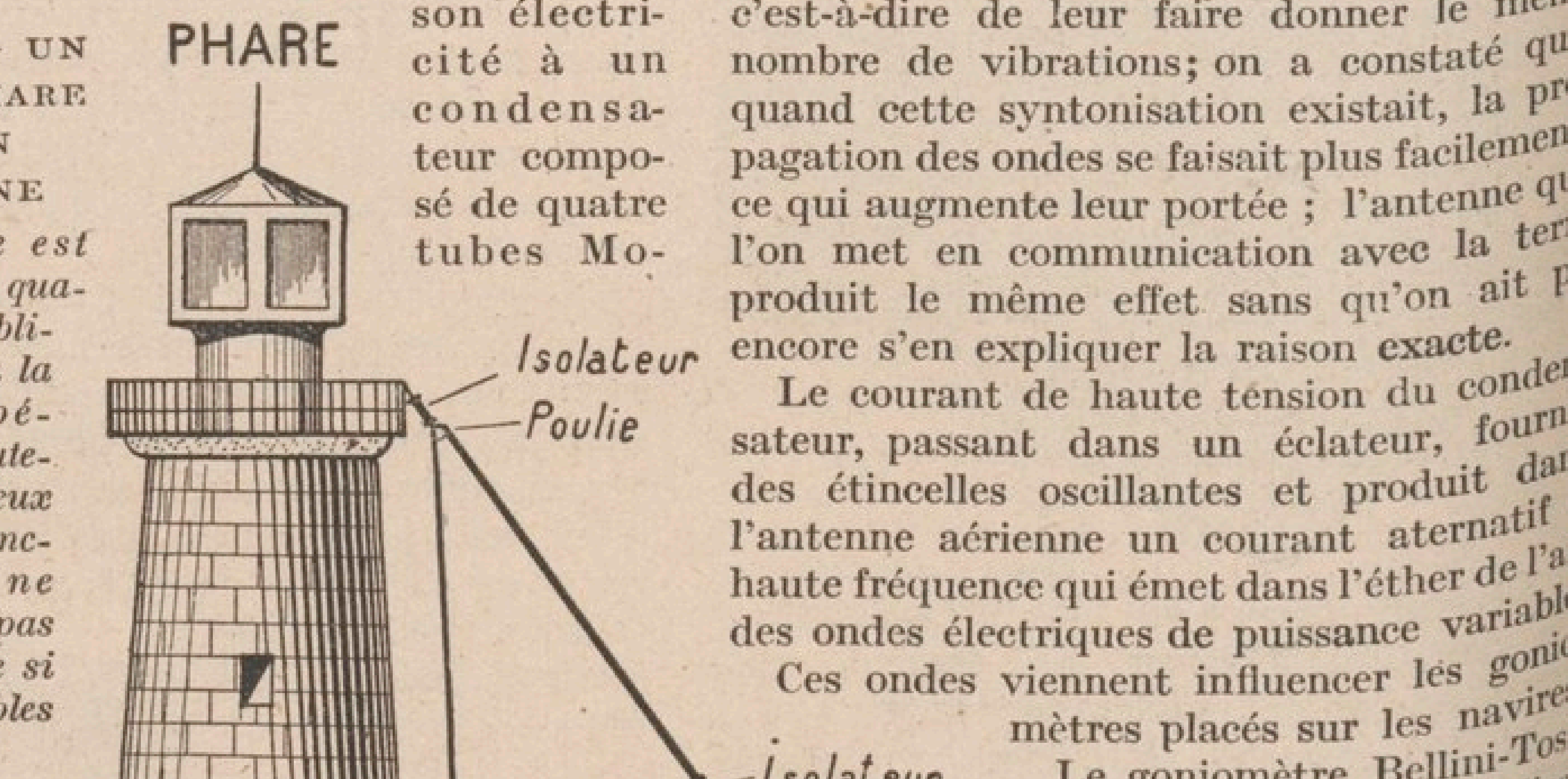


FIG. 6. — UN RADIO-PHARE ET SON ANTENNE

L'antenne est composée de quatre brins obliques isolés à la partie supérieure et soutenus par deux câbles; le fonctionnement ne se trouve pas arrêté, même si un des câbles est brisé.

Par un dispositif très simple, on peut mettre hors d'action un ou plusieurs tubes et, par conséquent, lui faire donner toute sa puissance ou la modérer suivant que l'on veut avoir des ondes plus ou moins longues ; l'emploi de ce condensateur est complété ou renforcé par des bobines de self-induction composées de plusieurs spires et dont l'effet est plus ou moins énergique, suivant qu'avec un dispositif spécial, on met toutes ou seulement une partie des spires dans le circuit. Ces diverses installations ont pour but de syntoniser les antennes des deux postes, c'est-à-dire de leur faire donner le même nombre de vibrations; on a constaté que, quand cette syntonisation existait, la propagation des ondes se faisait plus facilement, ce qui augmente leur portée ; l'antenne que l'on met en communication avec la terre produit le même effet sans qu'on ait pu encore s'en expliquer la raison exacte.

Le courant de haute tension du condensateur, passant dans un éclateur, fournit des étincelles oscillantes et produit dans l'antenne aérienne un courant aternatif à haute fréquence qui émet dans l'éther de l'air des ondes électriques de puissance variable.

Ces ondes viennent influencer les goniomètres placés sur les navires.

Le goniomètre Bellini-Tosi, qui est employé dans l'indicateur de direction de M. Marconi, dont nous allons parler, a déjà été décrit par M. Bellini lui-même dans le n° 23, de novembre 1915, de *La Science et la Vie*, et nous prions nos lecteurs de vouloir bien se reporter à cet article.

Qu'il nous suffise de rappeler en quelques lignes que cet appareil se compose de deux bobines fixes perpendiculaires l'une à l'autre;

sur leur axe central, se trouve une bobine mobile reliée à un appareil téléphonique.

Les deux bobines fixes influencées par les ondes électriques provenant du radio-phare sont, en général, parcourues par des courants de sens et d'intensité déterminés par la direction du poste transmetteur.

Ces courants engendrent deux champs magnétiques perpendiculaires, qui se composent en un champ résultant, perpendiculaire à la direction d'où proviennent les ondes.

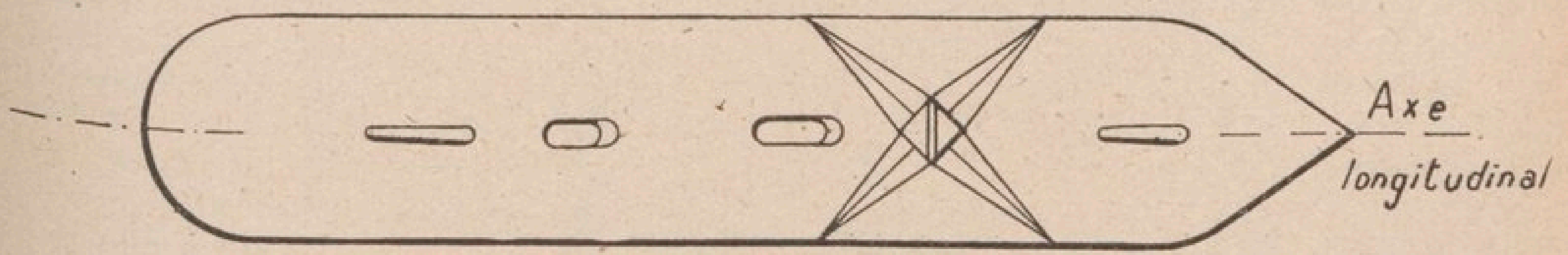


FIG. 7. — PROJECTION DES ANTENNES SUR LE PLAN HORIZONTAL D'UN NAVIRE

La bobine mobile est suivie dans tous ses mouvements par une aiguille tournant sur un cadran gradué de 0 à 360e et dont la ligne 0-180 est dans un plan vertical passant par l'axe longitudinal.

La bobine tournante intérieure reçoit le maximum d'induction dû à ce champ quand elle est dans une direction exactement perpendiculaire à ce dernier, c'est-à-dire dans la direction du poste d'où émanent les ondes électriques et, par suite, du radio-phare.

Dans cette position, le télégraphiste entend dans ses écouteurs les bruits longs et courts provenant de ce dernier ; *s'il déplace la bobine mobile à droite ou à gauche d'une quantité suffisante, ces bruits s'arrêtent instantanément ; ils cessent même entièrement.*

Comme la bobine mobile est suivie dans tous ses mouvements par une aiguille qui se meut sur un cadran gradué de 0 à 360° et dont la ligne 0-180° est orientée dans le plan longitudinal du navire, l'angle que fait l'aiguille avec cette ligne 0-180° donne l'azimuth du poste transmetteur par rapport à la route suivie au compas par le bâtiment.

En corrigeant cette dernière de la variation, qui comprend à la fois la déclinaison magnétique du lieu et la déviation due aux masses métalliques du bord, déviation que le compas Thomson, employé universellement aujourd'hui, ne corrige pas toujours complètement, on obtient le relèvement vrai du point où se trouve le radio-phare, pris du navire.

Il faut un spécialiste très entraîné pour bien reconnaître le moment où les sons paraissent les plus intenses à l'audition ; même quand on fait décrire à la bobine mobile de l'appareil Marconi-Bellini-Tosi un arc assez grand, les sons ne semblent pas très différents les uns des autres, mais, comme nous l'avons dit plus haut, il y a une position de la bobine où ils cessent nettement de se produire. Comme le recommande M. Marconi lui-même dans les instructions qui accompagnent l'indicateur de distance, la meilleure manière d'opérer est la suivante :

Dès que l'on a entendu l'indicatif du poste, on déplace la bobine mobile à gauche, par exemple, jusqu'à ce que les sons cessent ; on note l'angle fait avec la ligne 0-180 ; on fait alors mouvoir la bobine mobile à droite jusqu'à ce que les sons cessent de nouveau et on note également l'angle; en prenant la graduation de la bissectrice de l'arc du cadran ainsi parcouru, on a l'azimuth du radio-phare par rapport à la route suivie au compas.

Les croquis joints (fig. 7, 8 et 9) permettent de comprendre facilement comment l'appareil Mar-

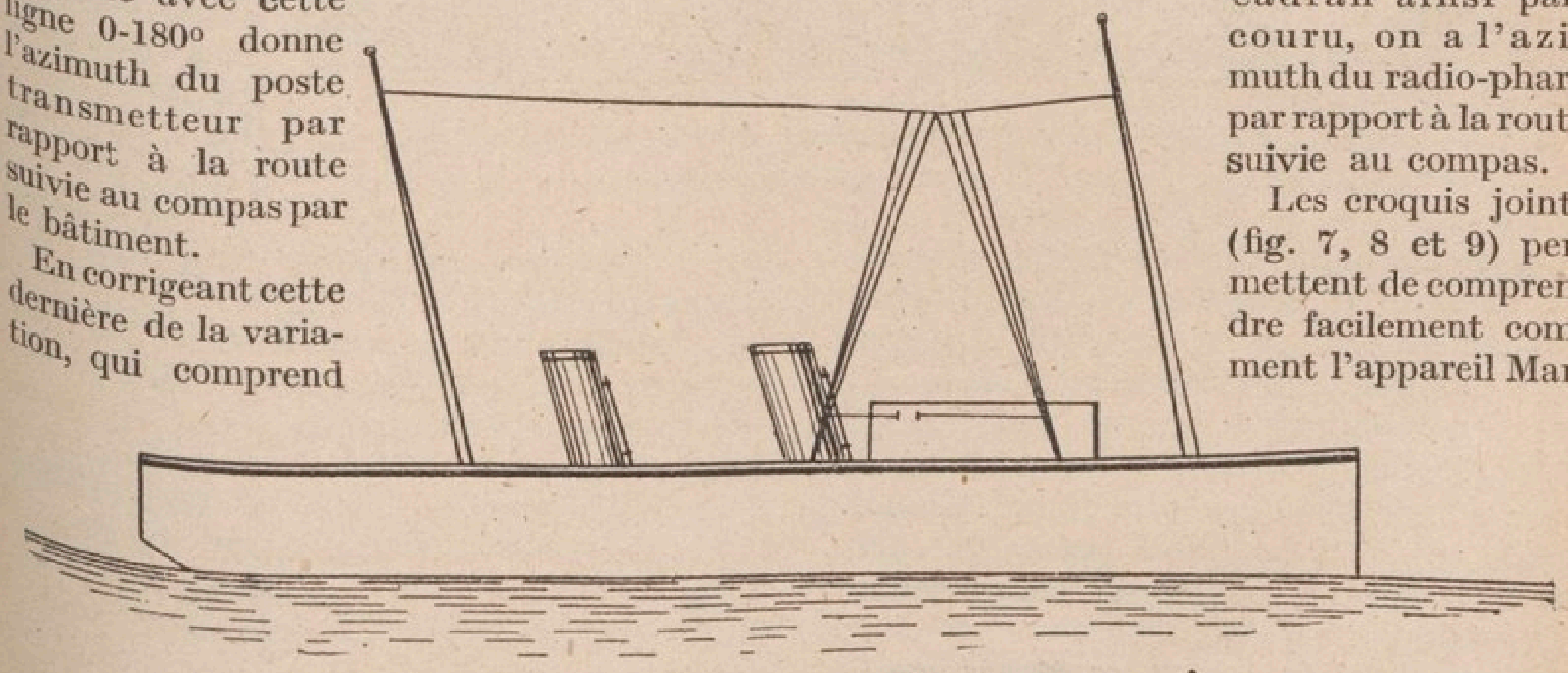


FIG. 8. — FIXATION DES ANTENNES DANS LA MATURE D'UN NAVIRE

Les antennes, soigneusement isolées, sont fixées à un fil d'acier lui-même isolé allant d'un mât à l'autre.

coni Bellini-Tosi est disposé à bord d'un paquebot. On a trouvé, paraît-il, récemment le moyen de faire de la T. S. F. sans antennes, mais, à l'heure actuelle, on admet comme démontrée l'impossibilité de faire pénétrer des ondes électriques dans une caisse métallique hermétiquement fermée, ce qui est le cas qui nous occupe, si on n'a pas d'antennes aériennes pour les recueillir ; c'est ce qui fait qu'il a été indispensable d'en munir les sous-marins ayant des appareils de T. S. F. Le *range-finder* (indicateur de direction) Marconi-Bellini-Tosi est contenu dans deux boîtes métalliques rectangulaires séparées, la plus grande contenant le goniomètre proprement dit, la deuxième, le détecteur; ces deux caisses sont reliées entre elles par des câbles souples soigneusement isolés, et la plus petite est connectée au casque téléphonique (voir les fig. 10 et 11).

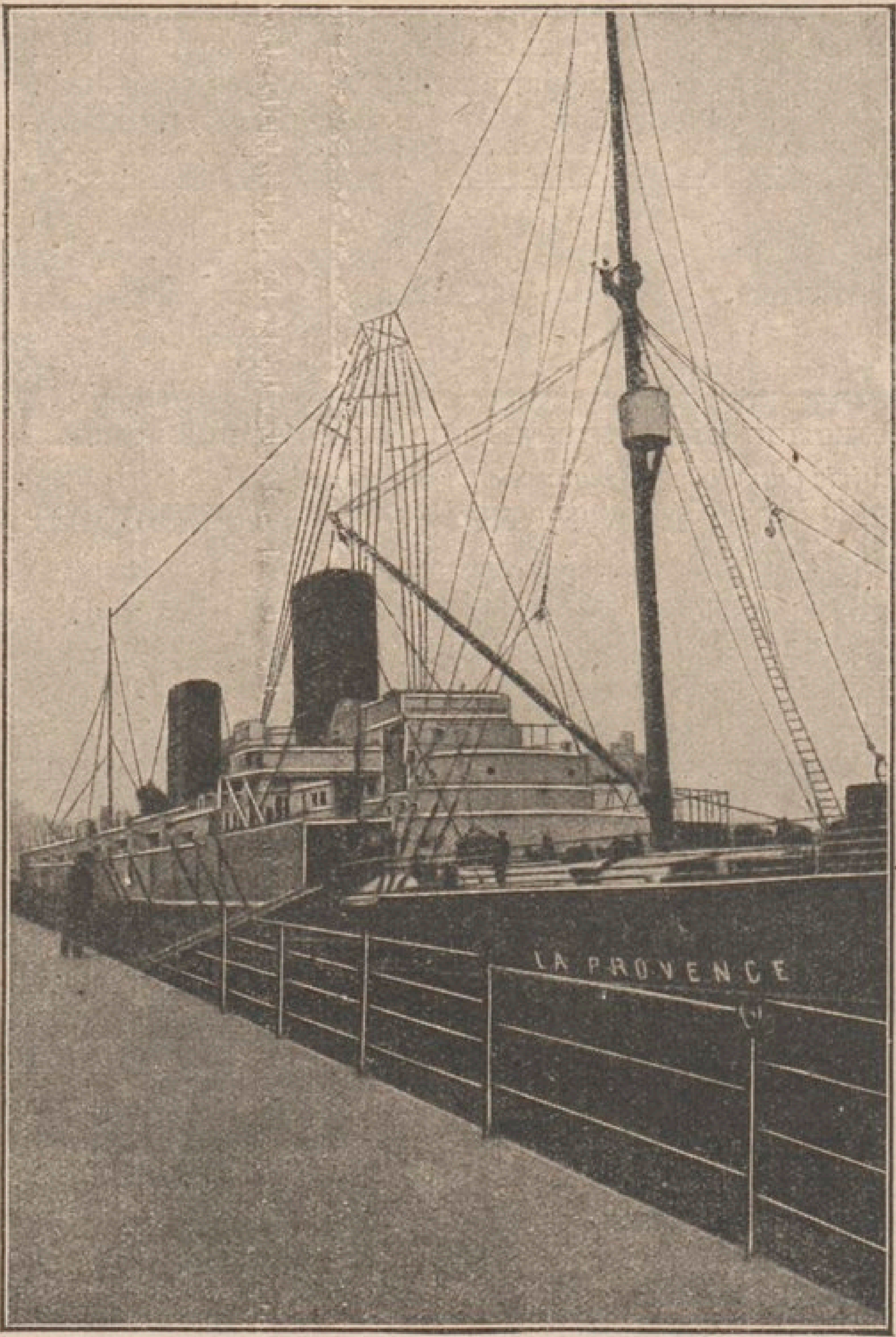


FIG. 9. — INSTALLATION DES ANTENNES SUR LE PAQUEBOT « LA PROVENCE »

Le modèle dont nous allons parler est simplement récepteur. Sur le schéma, on reconnaît de suite les deux bobines fixes (9 et 10) perpendiculaires entre elles; 13 représente la bobine mobile suivie dans tous ses mouvements par l'aiguille qui se meut sur le cadran gradué de 0 à 360° ; 14 et 15 sont les connexions souples qui réunissent la bobine mobile au détecteur (20) à pointe de cristal reposant sur une plaque de carborundum.

Les piles sèches (24) et le potentiomètre (23) sont destinés à faciliter le passage du courant dans le carborundum, dont la résistance, comme on sait, est considérable.

18 et 19 correspondent à des matelas d'air interposés pour atténuer l'effet des perturbations atmosphériques, orages, foudre, éclairs. Mais il n'arrive malheureusement pas toujours que le résultat soit parfaitement obtenu.

Passons à l'emploi pratique de l'appareil ; dans l'ordre des opérations, nous supposons que le paquebot, comme ils le sont tous aujourd'hui, est muni d'un appareil de T. S. F. indépendant.

On ouvre les deux manipulateurs (7 et 8) des circuits aériens de l'indicateur de direction. On appelle par la T. S. F. la station ou les stations où sont installés des radio-phares côtiers et dans le rayon d'action desquelles se trouve placé le navire d'après sa position estimée, et on leur demande d'émettre pendant deux minutes, par exemple, des ondes syntonisées avec celles du paquebot, 300 ou 600 mètres ; ces longueurs d'ondes ont été délimitées dans une conférence internationale tenue à Berlin le 3 novembre 1908.

Le radio-phare répond d'abord par son indicatif ; si nous prenons Ouessant, par exemple, son indicatif en temps de paix était O dans le téléphone; on entendait d'abord O—O—O... puis il émettait les ondes hertziennes de la longueur demandée.

On coupe alors la communication avec la T. S. F. du bord, en ouvrant le manipulateur principal et en mettant à la marque (off.) hors d'action l'appareil de syn-

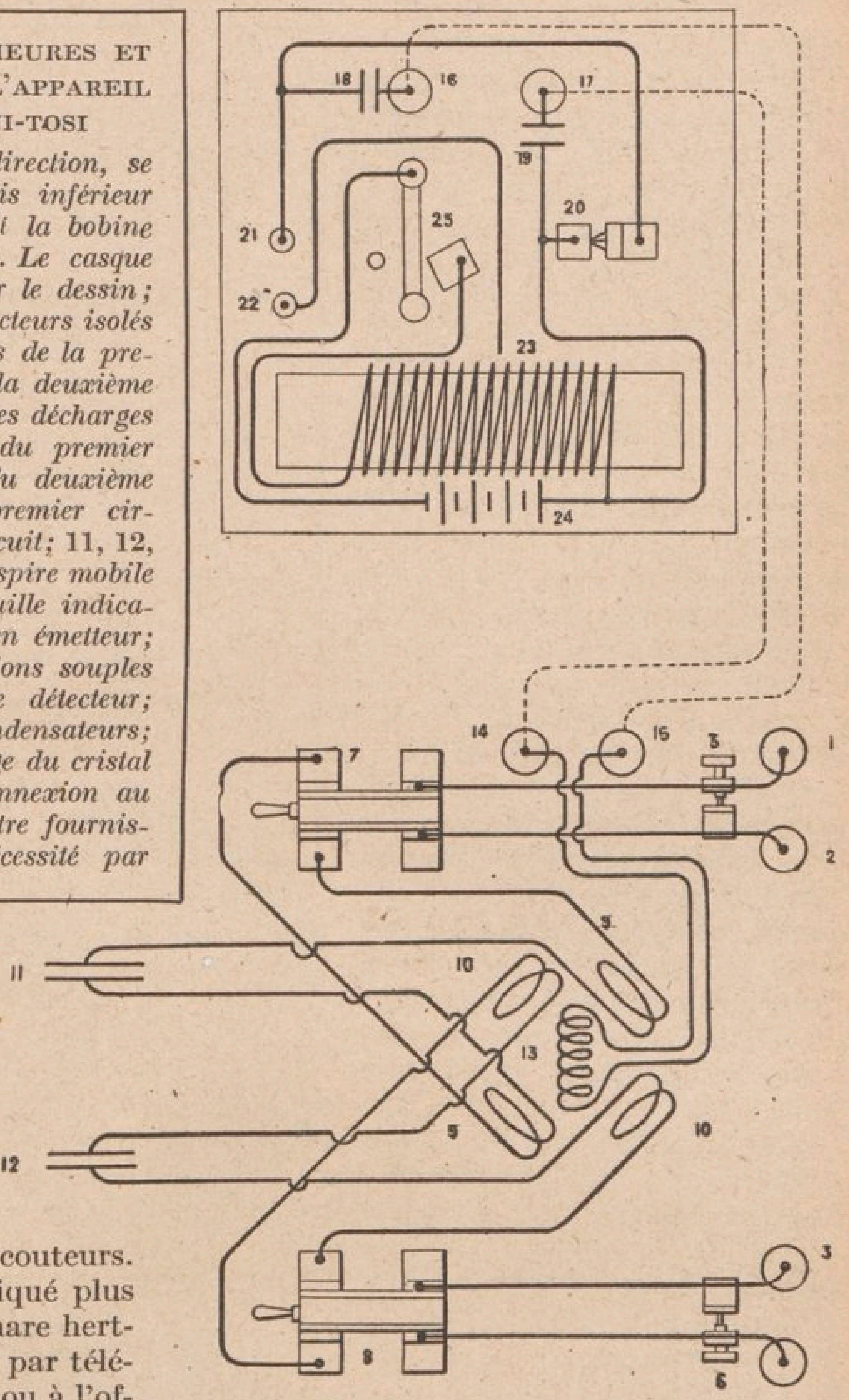


FIG. 10. — DISPOSITIONS INTÉRIEURES ET CONNEXIONS PAR FILS ISOLÉS DE L'APPAREIL RÉCEPTEUR MARCONI-BELLINI-TOSI

Le « range-finder » indicateur de direction, se compose de trois parties. Le croquis inférieur représente les deux bobines fixes et la bobine mobile; celui d'en haut, le détecteur. Le casque téléphonique n'est pas représenté sur le dessin; il est relié au détecteur par des conducteurs isolés partant de 21 et 22. — 1, 2, bornes de la première antenne; 3, 4, bornes de la deuxième antenne; 5, 6, matelas d'air contre les décharges atmosphériques; 7, manipulateur du premier circuit aérien; 8, manipulateur du deuxième circuit aérien; 9, spire fixe du premier circuit; 10, spire fixe du deuxième circuit; 11, 12, condensateurs des deux circuits; 13, spire mobile d'exploration faisant mouvoir l'aiguille indicatrice de la direction du phare hertzien émetteur; 14, 15, bornes de départ des connexions souples avec la boîte séparée contenant le détecteur; 16, 17, bornes d'arrivée; 18, 19, condensateurs; 20, dispositif de fixation et de réglage du cristal du détecteur; 21, 22, bornes de connexion au casque téléphonique; 23, potentiomètre fournissant le voltage supplémentaire nécessité par l'emploi du détecteur spécial au carborundum; 24, batterie de piles sèches; 25, manipulateur de la batterie.

tonisation de T. S. F. du navire. On ferme alors 7 et 8 du Marconi-Bellini-Tosi et le télégraphiste fait mouvoir (13) la bobine mobile jusqu'à ce qu'il entende des sons brefs et longs dans ses écouteurs. Quand, comme nous l'avons indiqué plus haut, il a trouvé la direction du phare hertzien, il la communique par téléphone au commandant ou à l'officier de quart qui en déduira le relèvement vrai de la station qui a émis les ondes ; il note également l'heure et la minute de son observation et les transmet à la passerelle.

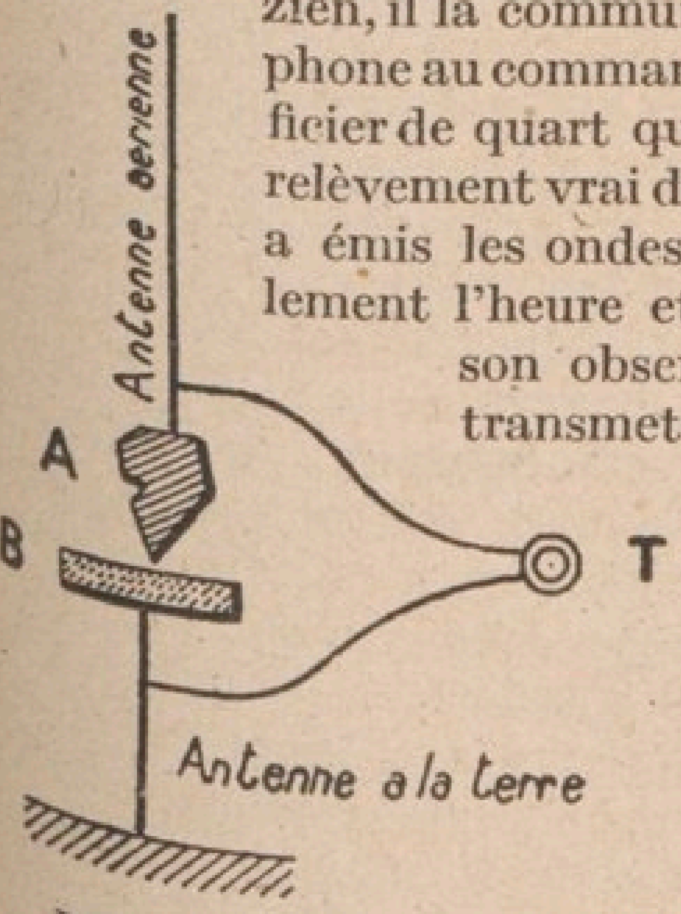


FIG. 11. — DÉTECTEUR

Ce détecteur se compose d'un cristal A dont la pointe repose sur la plaque B au carborundum; T, casque téléphonique.

On peut prendre des relèvements en marche. C'est ce que font tous les jours les navires passant par temps clair devant des phares, des signaux ou des points remarquables, mais, en principe, il vaut mieux s'arrêter pendant une petite période de temps. Si l'on a deux radio-phares dans son rayon, comme c'est le cas pour Brest, on arrête le bâtiment pendant qu'on procède à la détermination de leur direction.

Dans la première hypothèse, supposons que seul fonctionne le radio-phare d'Ouessant, dont l'indicatif en Morse est – – – – – – – –. Le navire, d'après sa position estimée, se trouve en *A* et relève le radio-phare au N 45° Est vrai ; il fait alors route à l'est ; quand il est arrivé en *B*, il prend un nouveau relèvement qui lui donne le N 17° Est vrai ; il porte sur sa carte la route *AB* et les deux relèvements ; il remonte ensuite parallèlement à elle-même la longueur *AB* jusqu'à ce qu'elle soit insérée entre les deux relèvements ; le point *B'* où la parallèle *A'B'*

rencontre le deuxième relèvement est la position du navire à l'heure où a été pris le second relèvement. Dans la seconde hypothèse, on possède les éléments d'un triangle à construire sur la carte, ayant comme base la distance qui sépare les deux postes d'Ouessant et de Sein et comme angles adjacents, les deux relèvements qui ont été pris de Ouessant et de Sein.

En France, il y a déjà longtemps qu'une commission, présidée par M. Ribière, l'inspecteur général actuel du service des phares, a établi un programme de construction de phares hertziens sur nos côtes et il est absolument indispensable de le réaliser dans le plus bref délai.

Quelle sûreté pour la navigation quand on pourra, par les brumes les plus épaisses, être certain de sa position ; que de temps gagné, d'argent économisé, de vies humaines sauvegardées ; l'entrée de notre magnifique port de l'océan Atlantique, le plus beau, de la pointe de l'Ecosse à la côte d'Afrique, est devenue facile aujourd'hui, quand l'on se sert des phares hertziens et des ingénieux goniomètres Marconi-Bellini-Tosi, Blondel ou autres.

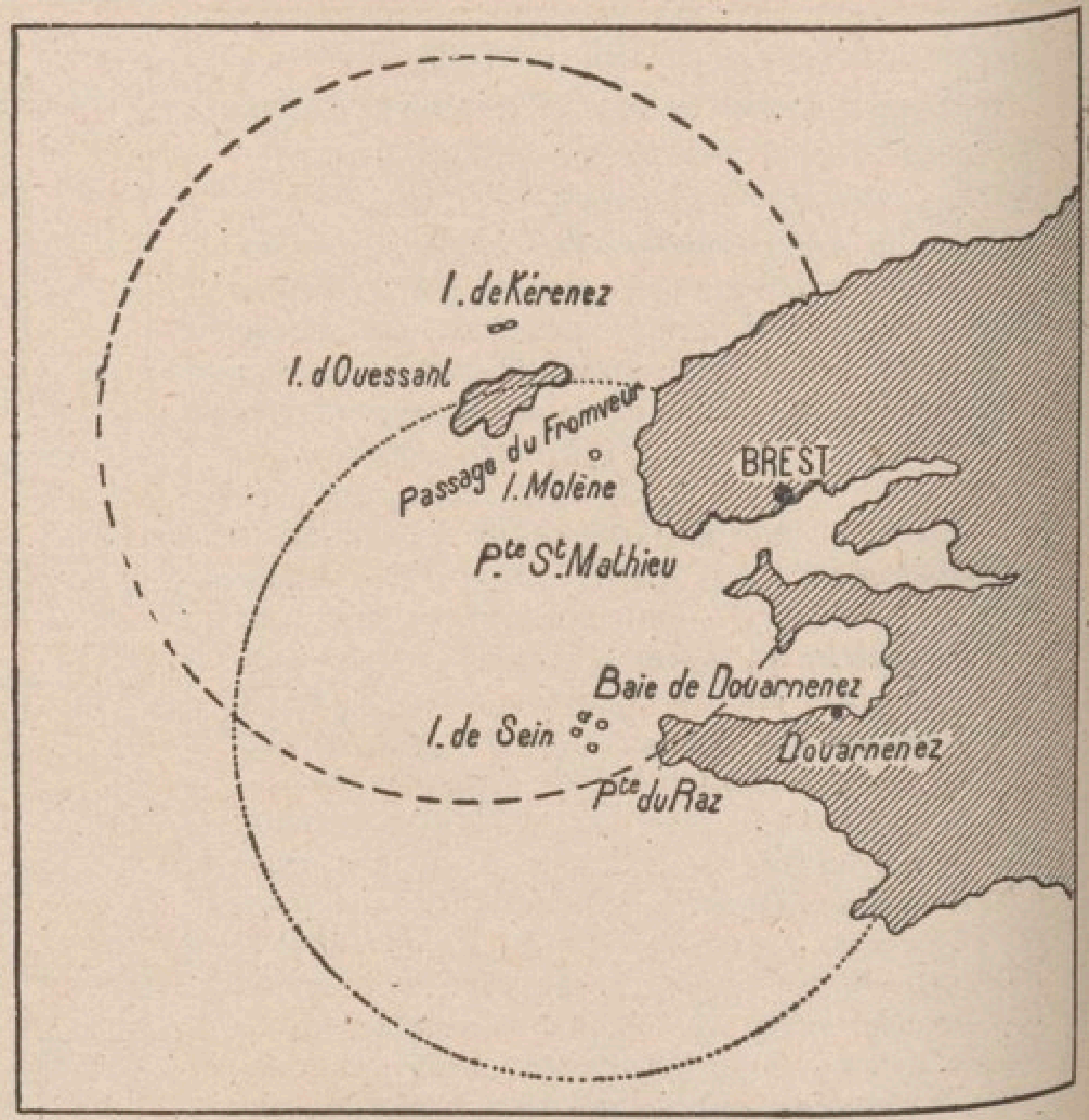


FIG. 12. — RADIO-PHARES D'OUESSANT ET DE SEIN

La distance de ces radio-phares a été choisie de telle manière que l'on puisse les utiliser pour entrer à Brest à l'aide du goniomètre, en prenant, du navire, le relèvement presque simultané de ces deux sources d'ondes hertziennes.

Si l'on songe aux terribles embarras dans lesquels le manque de tonnage français nous place vis-à-vis de l'étranger et aux frets phénoménaux que nous avons à payer et qui renchérissent la vie en France, il est d'un intérêt de premier ordre d'assurer à nos rares navires le maximum de sécurité dans leurs atterrissages souvent difficiles sur nos propres côtes.

Les appareils de réception des ondes hertziennes ne coûtent que quelques milliers de francs, sont très suffisamment exacts pour les besoins de la navigation, ne demandent pas un personnel spécialisé, car un marin intelligent, et il y en a beaucoup, se mettra très vite au courant de leur maniement ; dans la marine de guerre, nos brevetés apprennent très rapidement à se servir des télémètres de distance, à lire des graduations sur le sextant, en résumé, à se servir d'instruments aussi compliqués que les radio-goniomètres. On peut leur demander un nouvel effort.

Ct A. Poidloüé.

FIG. 13. — DÉTERMINATION DE LA POSITION D'UN NAVIRE PAR DEUX RELÈVEMENTS D'UN SEUL PHARE

Au moyen de l'appareil Marconi-Bellini-Tosi, le navire A *relève le radio-phare d'Ouessant au N 45° E. Il suit la route* A B *dont il estime la longueur ; puis il remonte* A B *parallèlement à elle-même en* A' B'. *Sa position est exactement en* B' *à l'heure où il a pris le deuxième relèvement.*

LA FERMETURE ÉLECTRO-PNEUMATIQUE DES PORTES DES VOITURES DU MÉTRO

Par Jacques BURLY

En 1914, la mobilisation enleva au Métropolitain de Paris la plus grande partie de son personnel. Comme il fallait néanmoins assurer la marche presque normale des trains, tout au moins sur les lignes les plus fréquentées du réseau, la compagnie dut étudier le moyen de réduire le nombre de ses employés, partout où cette réduction pouvait être effectuée sans nuire à la bonne exécution du service. Elle fut ainsi amenée à appliquer sur les portes des voitures un poussoir automatique qui permet à deux employés de fermer, à eux seuls, toutes les portes d'un train — la receveuse du compartiment de 1re classe étant exclusivement préposée au contrôle des billets. Avant l'application de ce dispositif, il fallait cinq personnes pour arriver au même résultat.

En plus de cet avantage, le poussoir électro-pneumatique en présente un autre : celui de réduire dans une notable proportion les risques d'accidents au départ et à l'arrêt du train. Quand le service de chaque voiture était assuré par un employé, celui-ci ne pouvait contrôler que la porte devant laquelle il se tenait. Des voyageurs imprudents pouvaient donc ouvrir les deux autres portes pendant le cours du trajet et provoquer, comme cela est arrivé à plusieurs reprises, des chutes fort graves et même parfois mortelles. A présent, les portes de chaque voiture se ferment automatiquement dès que le train se met en marche et lorsque ce train débouche dans une station, les voyageurs ne peuvent ouvrir les portes avant son arrêt complet. C'est une amélioration considérable.

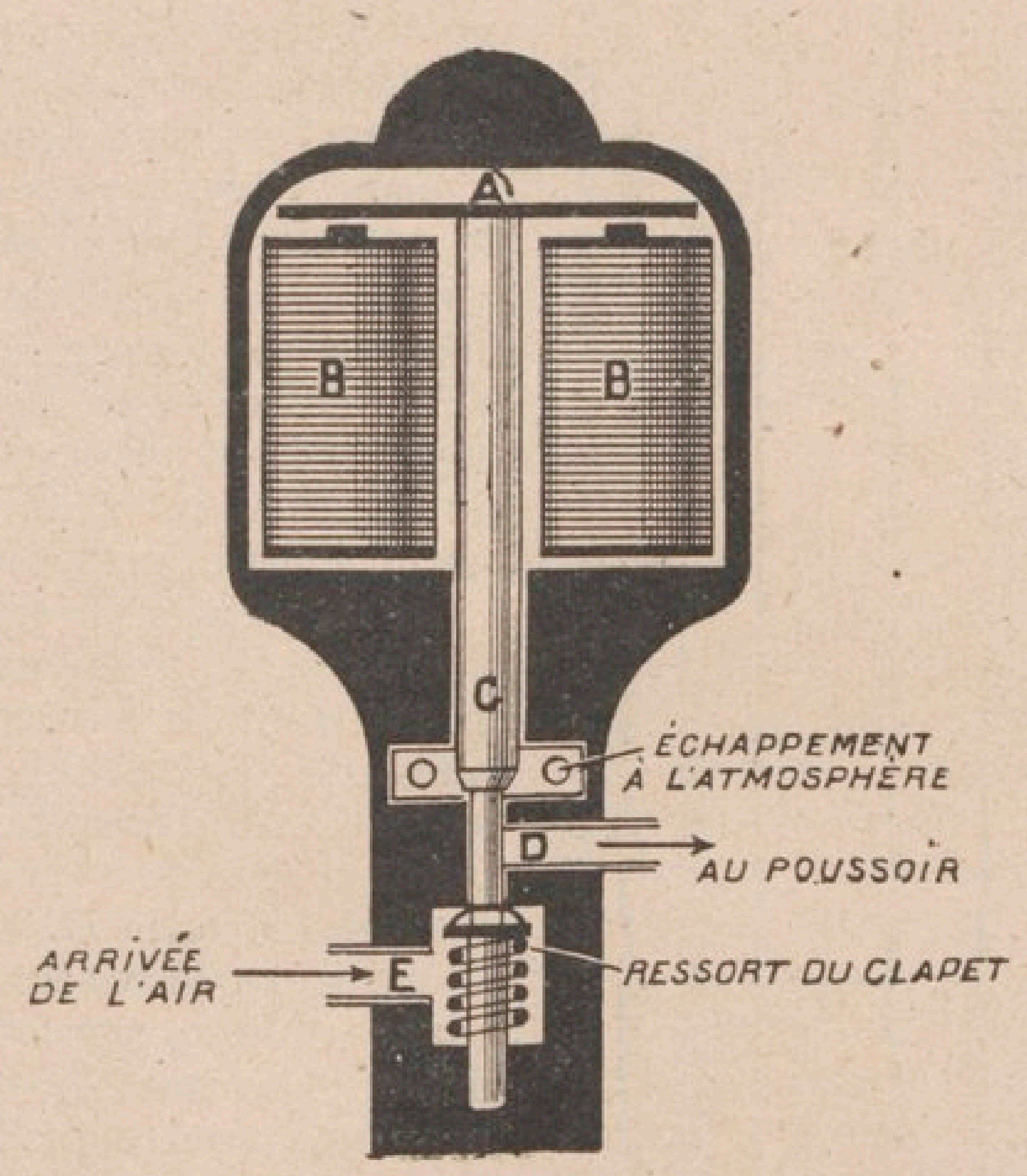
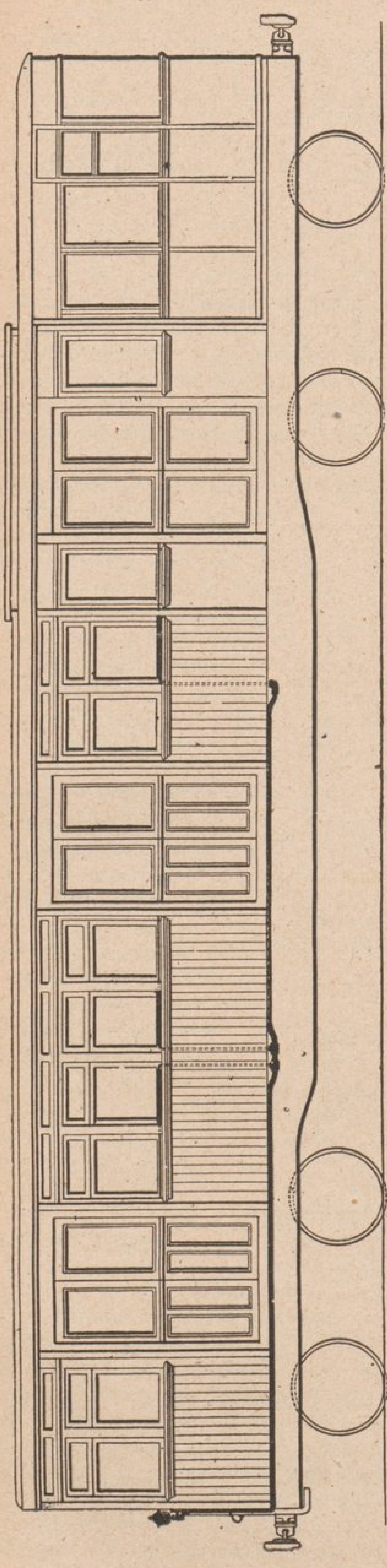


SCHÉMA DE LA VALVE ÉLECTRO-PNEUMATIQUE

Sous l'action du courant électrique, le plateau A *est attiré contre l'armature de la bobine* B ; *la tige* C, *en s'abaissant, découvre l'orifice de sortie* D *par où l'air comprimé se rend jusqu'au poussoir* ; E, *arrivée de l'air.*

La composition des trains varie suivant les réseaux et l'intensité du trafic auquel ils sont soumis. Sur la ligne 1, qui relie la porte Maillot à la porte de Vincennes, comme sur les lignes 3 et 4 : porte Champerret-place Gambetta et porte d'Orléans-porte Clignancourt, circulent des trains à cinq voitures dont trois motrices. Les employés chargés d'assurer la fermeture des portes sont au nombre de deux : l'un se tient dans la motric de tête, l'autre dans la motrice de queue. Chacune de ces voitures est pourvue d'un bouton électrique sur lequel il suffit d'appuyer pour actionner les poussoirs pneumatiques des autres voitures. Ainsi, de la motrice de tête on assure la fermeture des portes de la deuxième motrice et celles de la voiture de première classe. Seule, la porte centrale de cette dernière n'est pas mue automatiquement ; c'est la receveuse, chargée du contrôle



LA CANALISATION QUI ALIMENTE LES POUSSOIRS NE S'ÉTEND PAS SUR TOUTE LA LONGUEUR DE CETTE VOITURE

Toutes les portes de cette motrice peuvent être fermées automatiquement par l'intermédiaire de la valve électro-pneumatique qui se trouve à l'extrémité postérieure de la voiture. Un seul poussoir par porte est suffisant pour faire jouer simultanément les deux panneaux, puisque ceux-ci sont conjugués.

des billets à l'intérieur du véhicule qui doit l'ouvrir et la fermer. De la motrice de queue, un employé commande les trois portes de l'avant-dernière voiture du train.

Les motrices de tête et de queue sont pourvues chacune de deux boutons électriques, l'un placé à droite de la voiture, l'autre à gauche, afin qu'il soit possible, pour la facilité du service, d'intervertir sans inconvénient l'ordre du train, c'est-à-dire de placer une motrice de tête en queue ou inversement.

L'ensemble de cet intéressant système comprend les éléments suivants :

1° Un bouton de commande ;

2° Une valve électro-pneumatique ;

3° Une série de poussoirs ;

4° Une canalisation d'air comprimé réunissant le tout et assurant son fonctionnement.

La partie la plus ingénieuse du dispositif est la valve électro-pneumatique, commandée par la pression du bouton. Cette valve, qui est enfermée dans un corps de fonte se compose essentiellement d'une bobine d'attraction (voir figure page 297) et d'un robinet à deux voies, par lequel arrive et s'échappe le courant d'air comprimé. La valve est placée à une extrémité de la voiture dont elle doit commander la fermeture des portes. Elle est branchée, par l'intermédiaire d'un tuyau métallique, sur la conduite blanche de la canalisation d'air comprimé qui assure normalement le fonctionnement des freins.

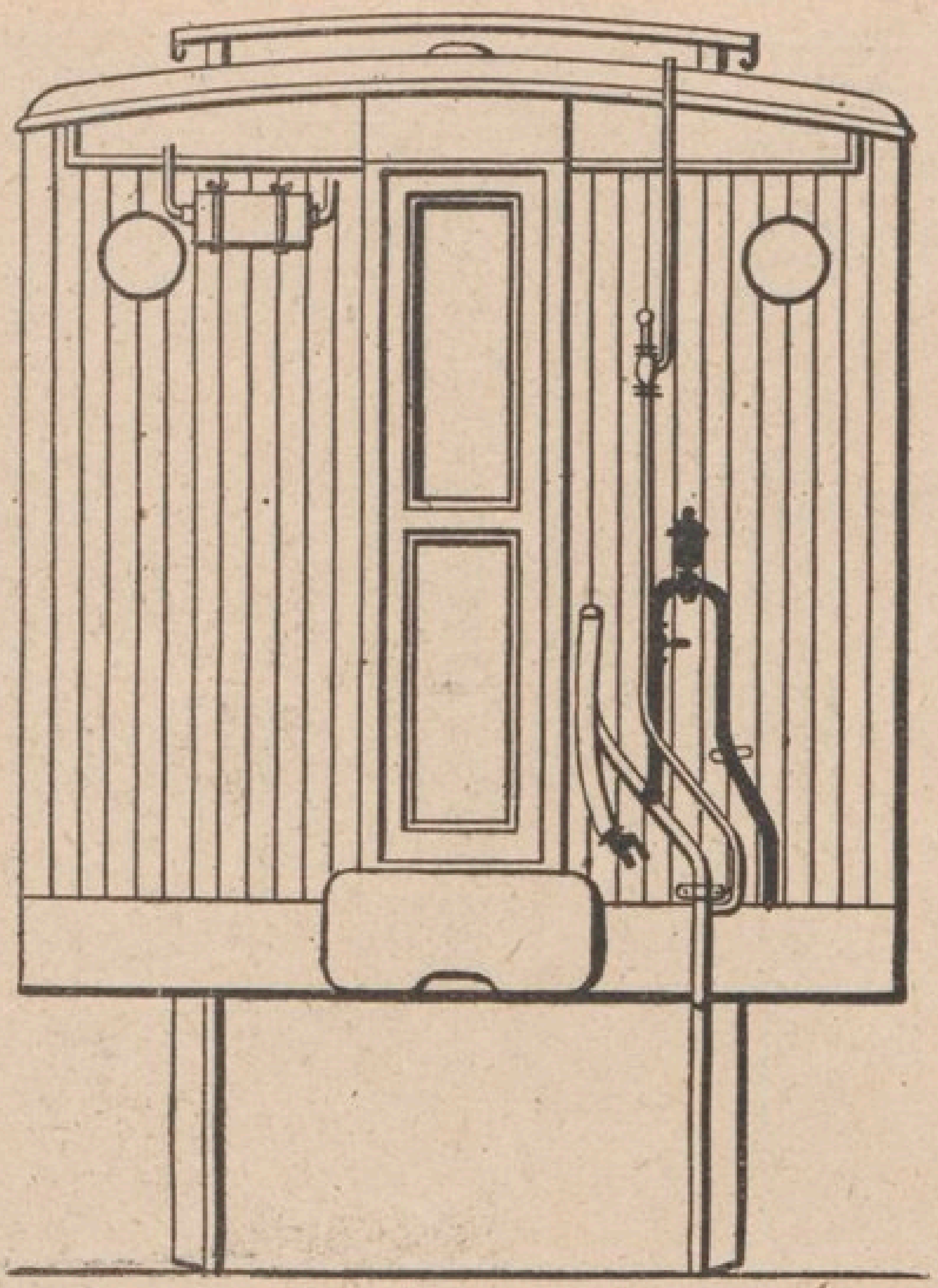
Au moment où le train se met en marche, l'employé, en appuyant sur le bouton électrique établit le contact et actionne l'électro-aimant de la valve. Le plateau *A* se trouve attiré contre l'armature de la bobine d'attraction et la tige *C* en s'abaissant découvre l'orifice de sortie *D*. L'air, qui arrive dans la valve par le conduit *E*, se répand dans la canalisation et parvient au poussoir dont il déplace le piston, et, par conséquent, le panneau de la porte auquel la tige de ce piston est fixée. Tant que le contact est établi, c'est-à-dire tant que l'on appuie sur le bouton électrique, l'air comprimé, agissant sur le poussoir, ne permet pas d'ouvrir la porte ; mais dès que le courant est interrompu, la tige *C*, n'étant plus sollicitée par la bobine d'attraction est repoussée immédiatement vers le haut sous l'action d'un ressort qui se trouve situé à la partie inférieure de l'appareil.

Ce mouvement a pour résultat d'obturer le conduit central de la valve, ce qui équivaut à interrompre l'arrivée de l'air comprimé ; en même temps, l'air qui se trouve encore dans la canalisation du poussoir est mis en communication avec l'atmosphère. Il suffit d'ouvrir la porte de la voiture pour

déterminer le retour du piston à sa position de départ, et, par conséquent, le refoulement de l'air dans la canalisation d'où il s'échappe librement dans l'atmosphère.

Les voitures du Métropolitain sont pourvues, suivant les types, de deux ou trois portes par côté, chaque porte étant constituée par deux panneaux à glissière. On sait que ces panneaux sont conjugués, c'est-à-dire qu'il suffit d'en pousser un pour que l'autre se déplace dans le sens opposé. Un seul poussoir par porte est donc suffisant pour faire jouer simultanément les deux panneaux de bois.

Chaque poussoir est formé par un corps cylindrique à l'intérieur duquel se meut un double piston. Dans le piston proprement dit, s'en déplace un autre dont la tige est reliée à une équerre fixée sur l'un des panneaux de la porte. L'emploi de ce piston à double détente présente deux avantages : celui de réduire la portée de la tige qui commande la fermeture de la porte et celui d'assurer cette



VUE ARRIÈRE D'UNE VOITURE

La valve est branchée sur la conduite blanche de la canalisation d'air comprimé qui assure le fonctionnement des pênes.

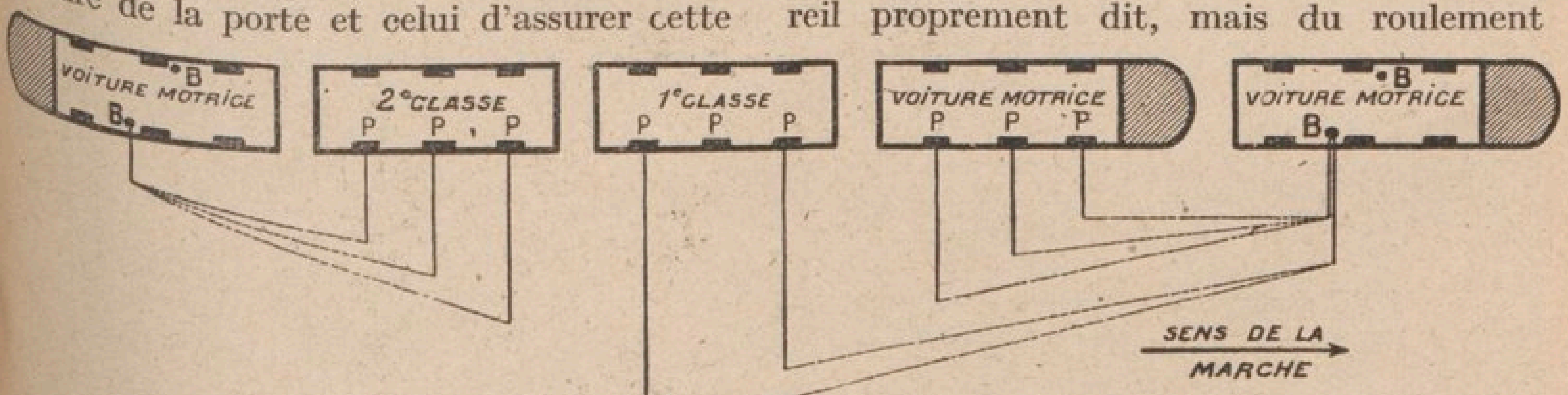
commencement.

La canalisation d'air comprimé venant de la valve s'étend sur toute la longueur de la voiture ; des conduits verticaux la réunissent aux poussoirs.

Le courant électrique nécessaire au fonctionnement de la valve électro-pneumatique est pris sur le fil conducteur qui alimente les lampes de la voiture. Le branchement est fait, en général, entre la quatrième et la cinquième lampe du véhicule.

Pour maintenir les portes fermées, l'employé préposé à ce service est donc contraint d'appuyer continuellement l'un des doigts sur le bouton qui commande la valve. On a d'ailleurs un peu facilité la tâche de cet employé en appliquant sur chaque bouton une sorte de petite poignée que l'on actionne bien plus commodément que le dispositif spécial primitivement adopté.

Les défauts que les Parisiens peuvent quelquefois constater dans le fonctionnement du poussoir proviennent, non de l'appareil proprement dit, mais du roulement



COMPOSITION D'UN TRAIN DE LA LIGNE N° 1 (PORTE-MAILLOT-VINCENNES)

Les portes de la seconde voiture et celles du compartiment de Ire classe — à l'exception de la porte centrale — sont commandées de la motrice de tête. Le bouton de la motrice de queue assure la fermeture automatique des portes de l'avant-dernière voiture.

fermeture en deux temps. Autrement dit, la poussée de l'air, lorsqu'elle s'exerce sur les panneaux de la porte, va en décroissant ; ces panneaux se déplacent donc beaucoup moins rapidement à la fin de la course qu'au défectueux des portes, qui sont influencées par les variations de l'état hygrométrique du temps ; de plus, des graviers et des poussières se déposent sur les glissières.

JACQUES BURLY.

COFFRAGE EXTÉRIEUR DU NAVIRE DANS LEQUEL, APRÈS LE TRAVAIL DU « FERRAILLAGE », ON EFFECTUE LA COULÉE DU BÉTON

NEUILLY POSSÈDE UN CHANTIER DE CONSTRUCTIONS NAVALES

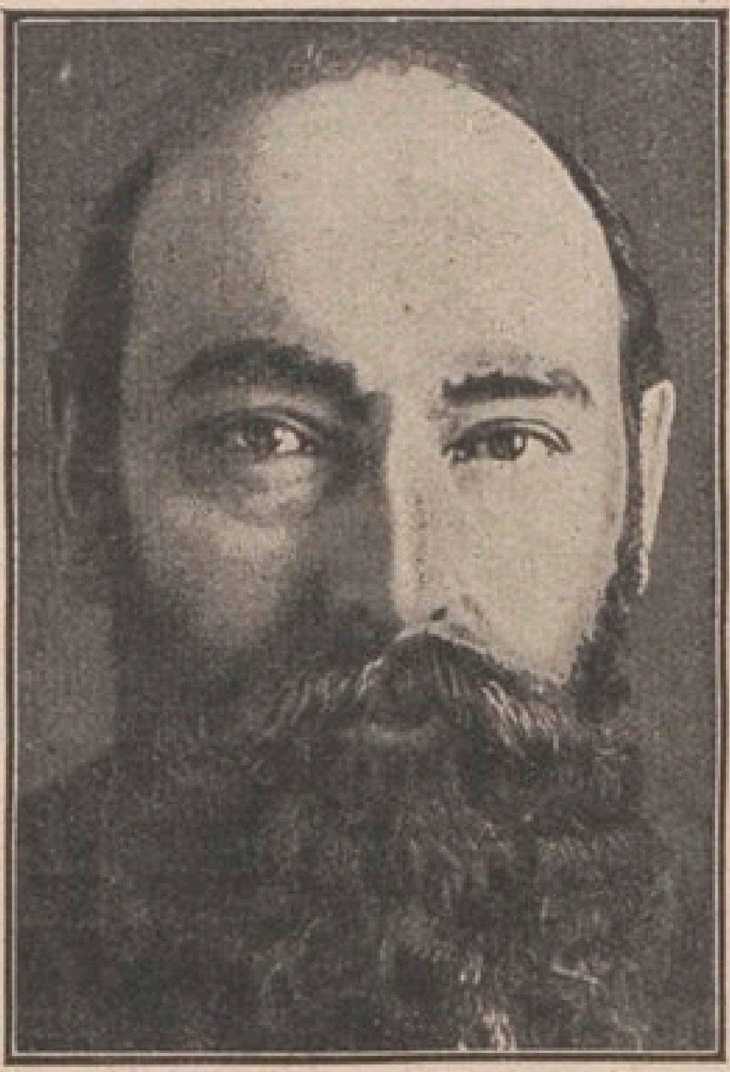
Par Célestin DROUHARD

La construction rapide des navires de commerce a été l'une des questions dominantes qui n'ont pas cessé de préoccuper les nations alliées depuis le début de la guerre sous-marine à outrance.

La tôle d'acier manquant, on a eu recours au bois et à tous les matériaux applicables à la fabrication des coques de bateaux.

Le ciment armé, essayé pour les constructions navales dès l'origine de ses applications, n'avait été jusqu'ici utilisé que pour la réalisation de chalands de rivière ou de mer.

Son emploi pour les navires de fort tonnage n'a été envisagé que depuis environ deux ans, mais, sous l'empire de la nécessité, le progrès a marché à pas de géant, et il n'est peut-être pas une nation ayant quelque importance au point de vue maritime qui ne possède aujourd'hui des cargos-boats en ciment armé, à flot ou sur le point d'être lancés.



M. CH.-AUGUSTE ROUX

Créateur du premier cargo-boat français en ciment armé.

Les Pays Scandinaves, les États-Unis et l'Angleterre n'ont pas attendu le résultat des recherches théoriques et pratiques instituées en vue d'établir la technique de l'emploi du béton armé pour la construction des navires de haute mer. L'expérience seule permettra de rectifier peu à peu les erreurs commises quant à la forme et aux dimensions qu'il conviendrait de donner aux éléments en ciment de ces coques nouvelles.

La France, qui disposera bientôt d'une flotte importante de chalands de mer remorqués, destinés, en exécution du programme Bouisson, à l'importation des houilles anglaises, semble avoir patiemment attendu l'établissement définitif de cette technique nouvelle pour mettre en chantier des unités autres que des péniches et des chalands.

Cependant, on a pu voir depuis quelques mois, dans l'île du Pont, (commune de Neuilly), les bâtiments formant l'ensemble d'un chantier naval spécialement installé par la Compagnie Maritime Franco-Anglaise pour la construction d'un navire à moteur déplaçant 1.000 tonnes, qui pourra assurer un trafic régulier et direct de combustibles entre les ports anglais et Rouen ou Paris.

Ce cargo-boat, baptisé *Comafran-I*, qui est le premier d'une série, a des formes réellement marines, et on ne peut l'accuser de ressembler plus ou moins à une simple caisse rectangulaire, reproche que l'on a adressé à quelques-uns des chalands et même des cargos en ciment armé mis en service jusqu'à présent.

Le chantier de Neuilly n'offre avec ceux qui se consacrent dans nos ports maritimes à la construction des navires en tôle d'acier qu'une ressemblance assez lointaine. Ici, on a supprimé les grues, les derricks et les ponts roulants qui se meuvent au-dessus des cales de construction du genre de celles qui ont été décrites dans le n° 41 de *La Science et la Vie* (page 469).

Même en Amérique, où les ingénieurs des constructions navales affectionnent l'emploi des appareils de manutention modernes, de machineries compliquées, l'extérieur d'un chantier établi en vue du lancement d'un bâtiment en béton armé a beaucoup d'analogie avec celui d'une maison à sept étages dans un de nos quartiers parisiens.

A San Francisco, aussi bien qu'en Suède et à Neuilly, on distingue principalement autour des cales un immense échafaudage entouré de charpentes légères en bois qui soutiennent une *forme* en madriers et en planches, laquelle sert de moule au bordé de la coque.

Le *Comafran* ne comporte, en effet, aucun

élément principal qui ait été exécuté en une matière première autre que le ciment armé. On a même renoncé à munir l'avant d'une étrave métallique rapportée, car il est démontré que cette adjonction ne serait d'aucune utilité en cas d'abordage avec un quai ou avec un autre bâtiment, la proue en béton étant suffisamment résistante pour que l'on n'ait aucune crainte à avoir en pareille occurrence. L'étambot et les tubes porte-hélices font également corps avec le reste de la coque, et les vibrations des arbres se trouvent ainsi complètement amorties, étant absorbées par toute la masse du navire peu susceptible elle-même de vibrer.

La coque, qui a 45 m. 60 de longueur totale « hors tout », est divisée en six compartiments par cinq cloisons étanches. La largeur extérieure « hors tout » est de 7 m. 80 et le creux, de 3 m. 75, ce qui donne 3 m. 20 de tirant d'eau en charge. Le navire déplace exactement 964 tonnes et peut recevoir une cargaison de 500 tonnes. Un navire en béton armé est actuellement plus lourd que le même bâtiment exécuté en tôle d'acier : le rapport du poids de la cargaison au déplacement est d'environ 52 % pour le *Comafran*, alors que le coefficient d'utilisation d'un cargo ordinaire atteindrait 60 %, c'est-à-dire que ce dernier pourrait recevoir une cargaison d'à peu près 580 tonnes.

Il est à remarquer que plus le tonnage est important, plus ce désavantage léger du béton armé s'atténue. D'autre part, on en est encore à la période de début, et, afin d'éviter toute surprise, on a adopté un coefficient de sécurité très élevé que l'on pourra certainement diminuer dans une notable proportion dès que l'expérience aura fourni à cet égard des données précises. Enfin, la composition du béton est actuellement telle que sa densité pourra sans doute être diminuée de 15 à 20 % quand on pourra profiter des enseignements fournis par les expériences en cours dans divers chantiers.

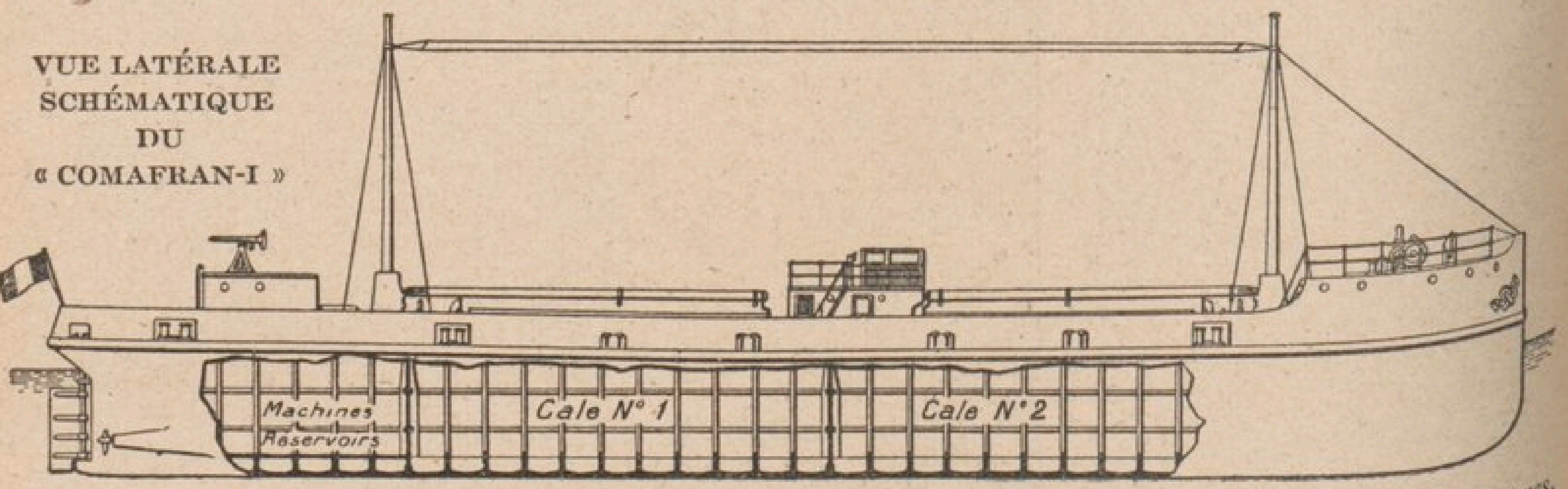
Quoi qu'il en soit, on n'a employé pour la construction de la coque du *Comafran-I* que 45 tonnes d'acier rond en barres alors qu'il eût fallu au moins 200 tonnes de tôles et de profilés pour construire un bâtiment de même tonnage en acier. Les barres rondes, en acier demi-dur des aciéries de Firminy, incorporées dans le béton, ont été fabriquées avec des riblons constitués par des déchets de fabrication d'obus ; on obtient ainsi un acier de récupération, ce qui ne pourrait avoir lieu s'il s'agissait d'approvisionner le chantier de tôles et de profilés d'acier ordinaire.

La coque proprement dite, sa charpente intérieure, le pont, les cloisons étanches ainsi que le plafond et les cloisons des superstructures sont en ciment armé. Le dosage adopté pour le béton correspond à l'emploi de 450 kilogrammes de ciment Portland pour 800 litres de gravier et 400 litres de sable. Afin de simplifier l'exécution, et vu les difficultés actuelles d'approvisionnement, les armatures d'acier doux ne comportent que cinq diamètres différents « standardisés » échelonnés entre six et vingt millimètres.

Les épaisseurs des hourdis (parois) qui forment le fond, le bordé et le pont ainsi que celles des couples intermédiaires, des lisses (membranes longitudinales du fond), et des cloisons, ont été calculées de manière à satisfaire aux prescriptions de la circulaire ministérielle du 15 octobre 1906 et aux conditions de résistance théoriques admises par les services techniques du Bureau Veritas.

L'épaisseur du bordé (muraille verticale de la coque) est de six centimètres pour le béton, que recouvre un enduit spécial destiné à assurer l'étanchéité. Ce revêtement sert à la fois à durcir le béton et à l'imperméa-

VUE LATÉRALE SCHÉMATIQUE DU « COMAFRAN-I »

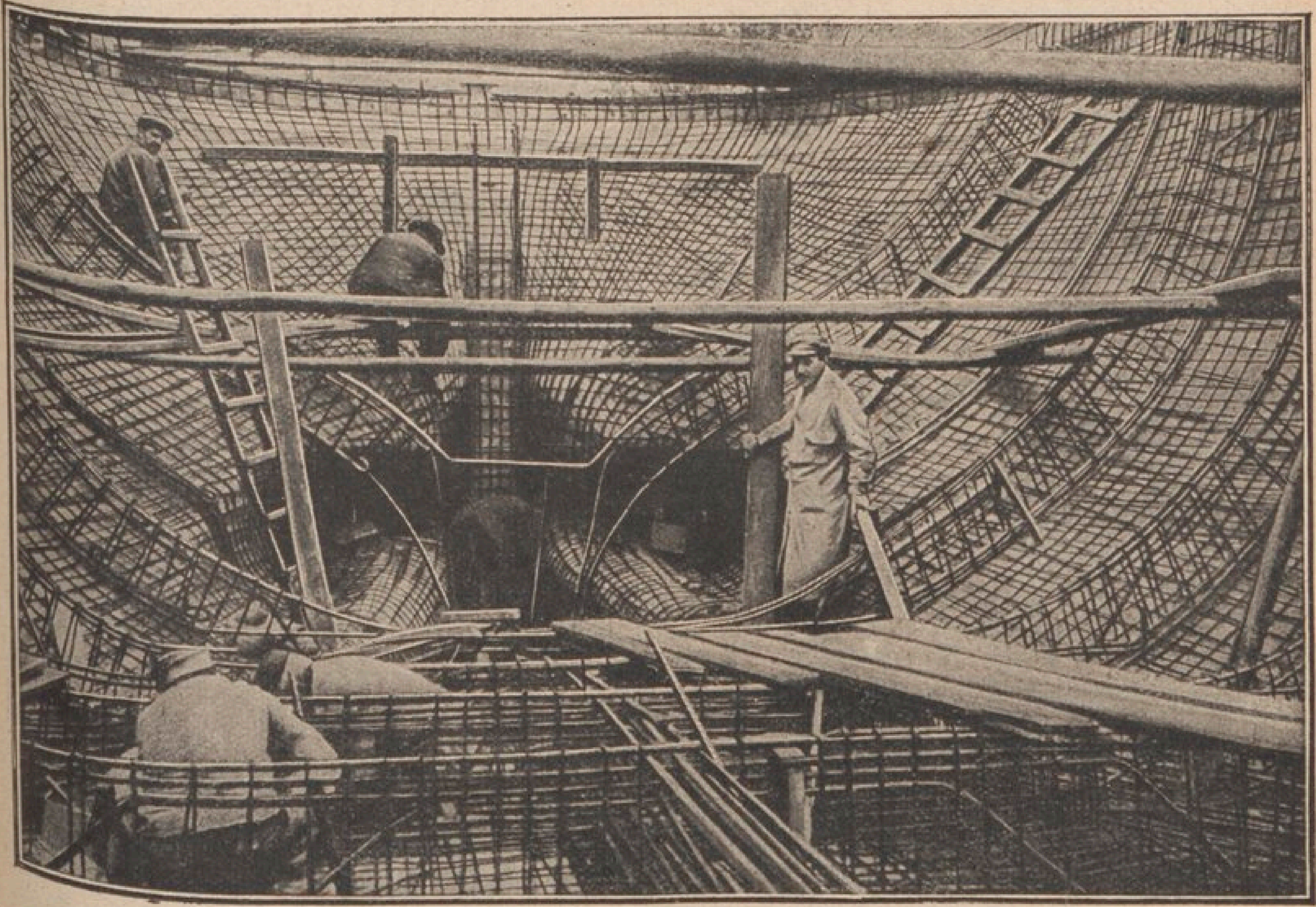


Ce dessin montre la structure générale du navire et le quadrillage formé par les membrures et les serres. Cinq cloisons étanches divisent la coque en six compartiments. Le déplacement total du navire est de 964 tonnes, son port en lourd est de 550 tonnes et sa cargaison en charbon de 500 tonnes, soit 250 par cale.

biliser ; c'est pourquoi on a en muni également les ponts, les coursives et les passerelles qui sont ainsi à l'abri de la mouille.

Le béton, constitué comme nous l'avons indiqué plus haut, a une résistance de 56 kilogrammes par centimètre carré quand il travaille à la compression, tandis que sa résistance à l'allongement sous tension est nulle. L'acier, au contraire, a une résistance à l'allongement de 1.200 kilogrammes par centimètre carré, et il y a compensation.

En résumé, la coque est formée par un



FERRAILLAGE DE LA COQUE D'UN CARGO-BOAT EN CIMENT ARMÉ

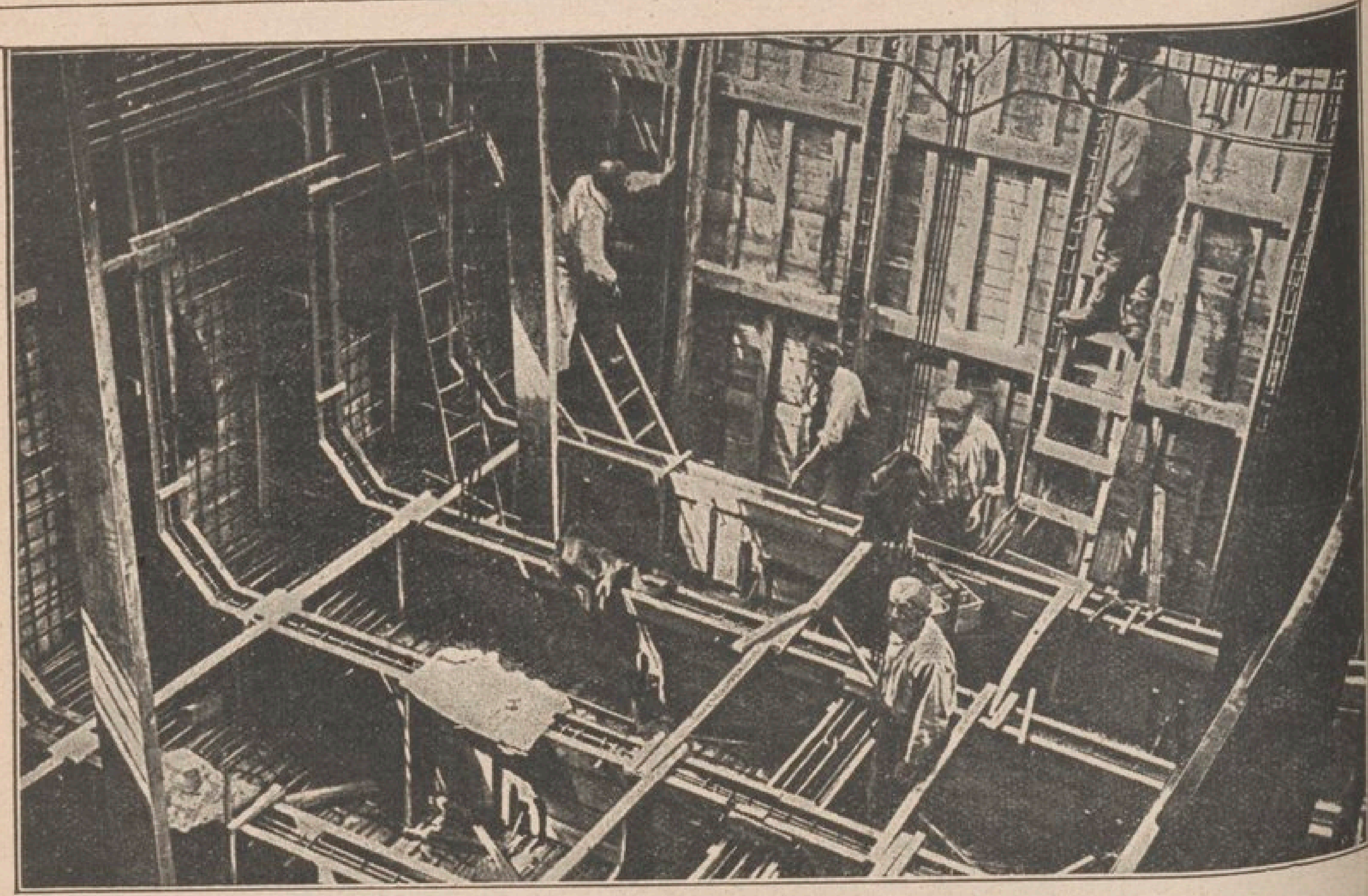
L'opération du ferraillage est l'une des plus importantes de la construction. Toutes les barres d'acier rond doivent être, en effet, placées et ligaturées conformément aux plans qui ont été eux-mêmes établis suivant des calculs rigoureux, en vue de la répartition rationnelle des efforts entre tous les éléments.

bordé en hourdis supporté dans le sens longitudinal par des lisses et par des serres, et dans le sens transversal, par des couples. Si l'on considère chaque portion du hourdis comprise entre deux éléments parallèles de couple, de lisse ou de serre (membrures longitudinales de la muraille verticale) on peut l'assimiler à une dalle encastrée sur ses quatre côtés. Les lisses et les serres transmettent les pressions qu'elles reçoivent par ces dalles sur les couples, constituant ainsi l'appui orthogonal qui est le principe du système d'ossature adopté par le constructeur.

Afin de tenir compte des assauts des vagues et des chocs accidentels que la coque peut avoir à supporter, on a calculé le fond, le bordé, les lisses et les serres pour une pression de 4.000 kilogrammes par mètre carré, ce qui est une prévision très large.

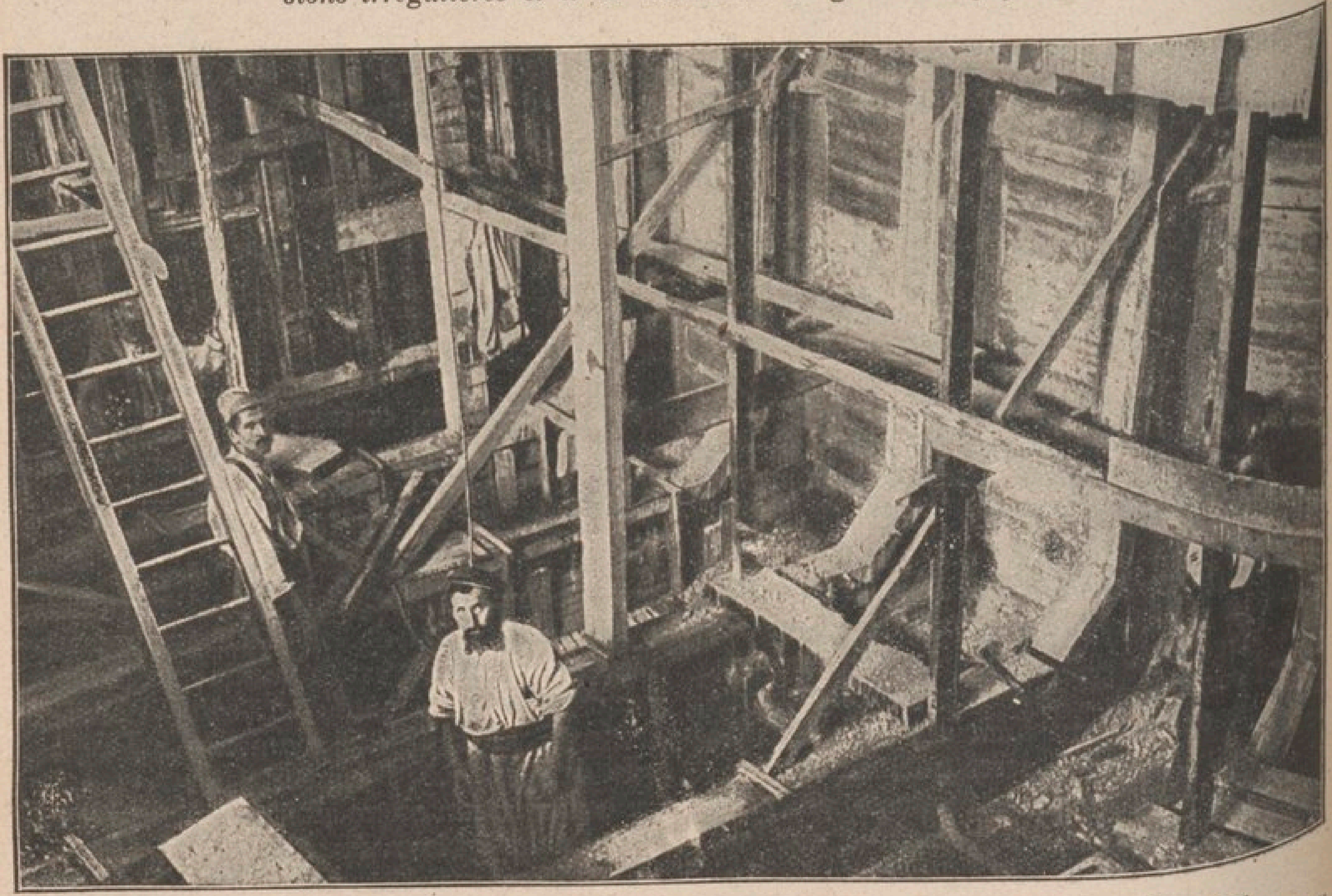
Les varangues qui relient les pieds des couples, ont été calculées pour deux cas différents : d'abord en supposant une contre-pression de l'eau de 4.000 kilogrammes par mètre carré diminuée du poids mort et de la moitié du chargement complet. On a ensuite considéré le chargement complet et le poids mort comme étant diminués d'une contre-pression de l'eau de 1.000 kilogrammes par mètre carré. On a enfin admis que le navire pourrait être échoué en cale sèche, ou sur un fond solide de manière à ne reposer que sur sa quille centrale, sans être soutenu par aucun autre support intermédiaire.

Les dalles et les nervures du pont, ainsi que les « hiloires » (petites murailles encadrant les écoutilles de chargement), peuvent résister à une charge de 2.000 kilogrammes par mètre carré. Enfin, les cloisons étanches ont été supposées soumises à la contre-pression de l'eau, le niveau du liquide atteignant leur



MISE EN PLACE DU COFFRAGE INTÉRIEUR DU NAVIRE EN CONSTRUCTION

Lorsque le ferraillage est terminé, on procède à la fixation des éléments en bois qui forment le coffrage intérieur ou contre-moule. Cette opération demande un réglage assez minutieux afin de ne pas modifier les cotes imposées par les dessins, car on serait ainsi amené à donner aux membrures des dimensions irrégulières et il en résulterait de graves malfaçons.



ON VOIT ICI LES OUVRIERS PROCÉDANT AU DÉCOFFRAGE DU CONTRE-MOULE

Quelques jours après la coulée du béton, on procède à l'enlèvement du contre-moule intérieur et l'on voit apparaître les parois et les membrures tandis que le démoulage extérieur n'aura lieu que deux semaines plus tard, et parfois davantage suivant les circonstances atmosphériques et la latitude sous laquelle on opère.

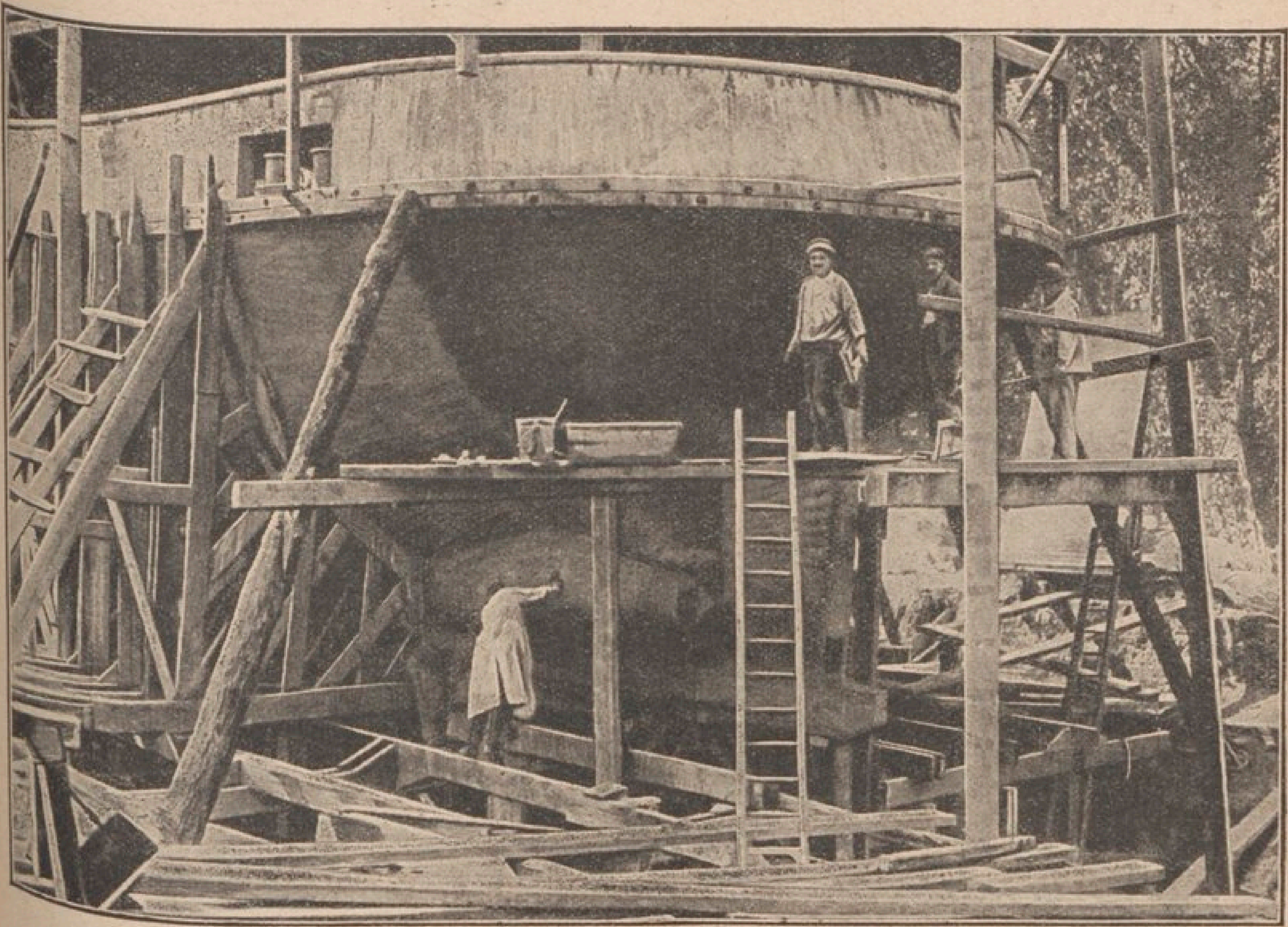
sommet : ce sont là des conditions sévères.

Il était particulièrement important de prendre de grandes précautions pour éviter que le navire ne se brisâ par le milieu quand il serait en équilibre sur le sommet d'une vague ou, au contraire, quand il s'appuierait par chacune de ses extrémités sur le sommet de deux lames consécutives. Dans ce dernier cas, la coque se comporte comme une poutre métallique creuse, et il importe de calculer son moment fléchissant avec un coefficient de sécurité qui permette d'éviter tout accident. C'est pourquoi les auteurs des plans ont appliqué à cette occasion la formule de calcul anglaise qui donne un coefficient supérieur de 50 % à celui que fournirait l'emploi de la formule française. Dans le même but, la résistance de la coque, quand celle-ci est supposée appuyée en son milieu sur un support unique, a été déterminée en choisissant l'effort tranchant longitudinal égal au septième du poids total de la coque sur une longueur médiane égale aux trois quarts de la longueur totale du bâtiment

La construction de la coque en béton armé a été effectuée à l'intérieur d'un vaste moule de bois, composé d'éléments démontables, ce qui permettra d'utiliser à nouveau cette installation pour la mise sur cale de navires exactement pareils au *Comafran-I.*

Une des particularités principales du navire, qui est d'ailleurs construit et armé avec des matériaux et des accessoires exclusivement français, c'est que les superstructures sont en ciment armé et font corps avec la coque. Outre que ce mode de construction assure à l'ensemble une solidité à toute épreuve, il en résulte que les logements du personnel navigant ont pu être ainsi très facilement installés dans des conditions d'hygiène aussi parfaites et même supérieures à celles que l'on réalise à bord des bâtiments en acier les plus modernes. Une grande partie des aménagements sont également en ciment armé et les meubles, encore en bois dans ce premier navire, seront en ciment armé dans ceux que l'on construira prochainement sur ce modèle. C'est une innovation originale.

Le premier compartiment de la coque, à partir de l'avant, sert de coqueron d'abor-



OPÉRATION DU DÉMOULAGE EXTÉRIEUR DU NAVIRE EN CHANTIER

Lorsque le béton a fait sa prise et que les ingénieurs ont donné l'autorisation de décoffrer, on enlève progressivement les éléments du moule et on procède à un calage provisoire de la coque. On voit, sur cette photographie, l'un des tubes en béton armé qui servent de supports aux deux arbres porte-hélices.

dage, et le deuxième, utilisé comme magasin, contient le puits aux chaînes. Sous ce dernier compartiment se trouve un espace que l'on peut remplir d'eau, ce qui fournit un water-ballast servant à maintenir le bateau dans ses lignes, suivant qu'il navigue lège ou en charge. Là aussi, se trouve le réservoir à eau potable. Viennent ensuite deux cales à marchandises, dont les ouvertures de chargement ou écoutilles sont fermées par des panneaux de bois. L'étanchéité de cette fermeture est assurée comme à l'ordinaire, par des prélarts ou bâches en forte toile.

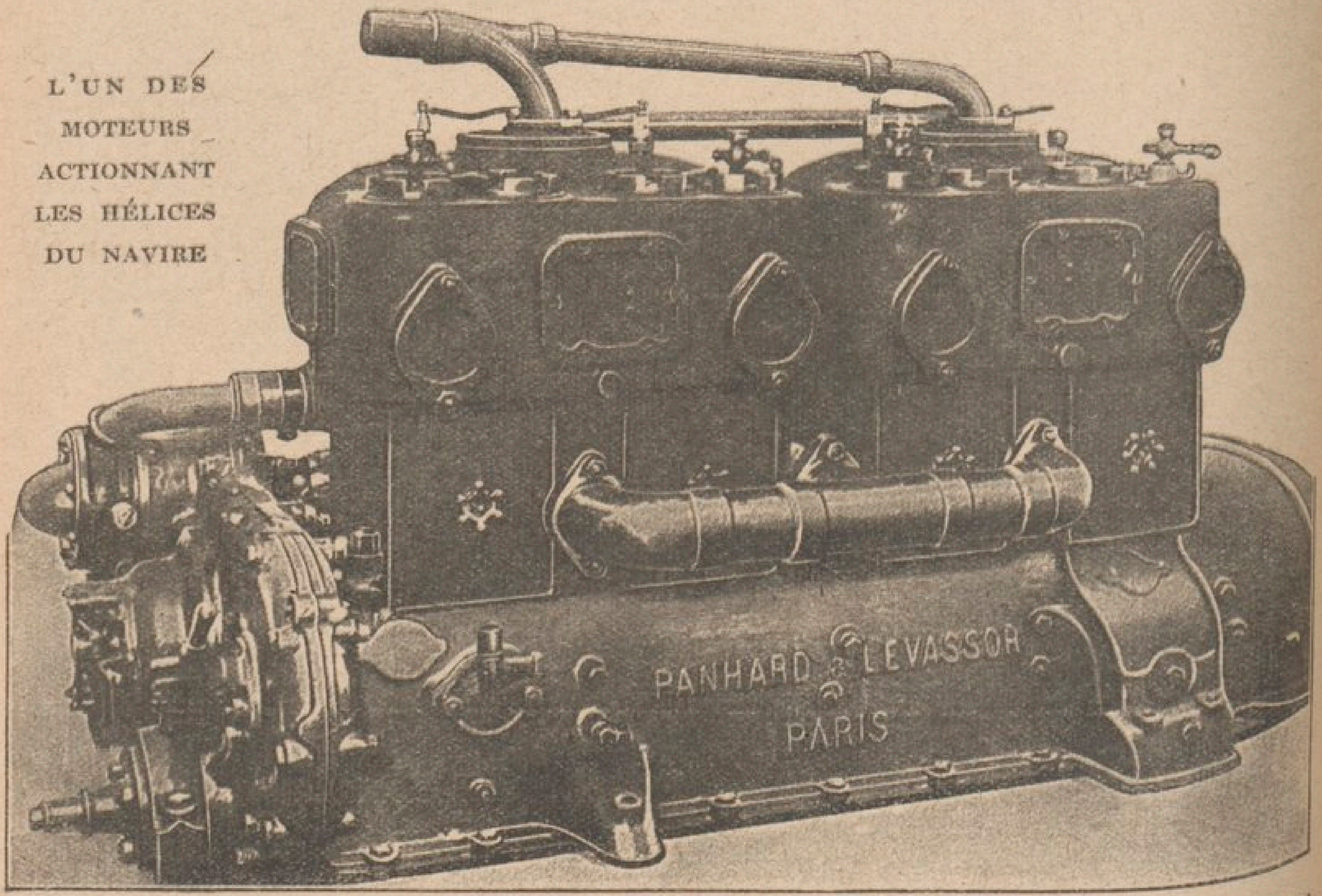
Le cinquième compartiment constitue la d'une cuisine. Le logement du capitaine est installé dans le roof central, dont la toiture est aménagée en passerelle de navigation. Les cabines des mécaniciens se trouvent dans le roof arrière et sont des plus confortables.

La coque est protégée à la hauteur du pont par une ceinture en bois de chêne, renforcée en certains points à l'avant et latéralement, et qui sert de défense contre les chocs qui peuvent se produire le long des quais.

Le fond du navire comporte une quille centrale et deux petites quilles latérales dites « de roulis », toutes les trois en béton armé.

Dans une coque dont le poids est forcé-

L'UN DES MOTEURS ACTIONNANT LES HÉLICES DU NAVIRE



Le bateau est muni de deux moteurs semblables du type automobile à essence. Chaque moteur développe une puissance de 120 HP à 1.200 tours. Il est muni d'un régulateur qui l'empêche de dépasser ce régime.

chambre des moteurs de chaque côté de laquelle sont aménagés des réservoirs latéraux en ciment armé, qui ont été prévus de manière à servir soit de water-ballast, soit de réservoirs supplémentaires pour le carburant servant à l'alimentation des deux moteurs.

Le sixième et dernier compartiment contient les réservoirs de carburant et d'huile, les premiers étant munis d'une installation de sécurité qui élimine tout danger d'explosion, et dont il sera parlé plus loin.

Les superstructures comportent un gaillard d'avant et deux salles dites roof central et roof arrière. Le gaillard d'avant sert de logement à l'équipage, qui dispose ment élevé, il fallait embarquer des moteurs aussi légers que possible, ce qui a amené les constructeurs à éliminer les chaudières et à remplacer les machines à vapeur par des appareils tout à fait semblables à ceux qui servent à la propulsion des véhicules automobiles destinés aux transports sur routes.

On pouvait songer dans cette circonstance aux moteurs à combustion interne, type Diesel ou semi-Diesel, mais ceux-ci sont plus coûteux et demandent un long délai de construction. On ne peut, actuellement se procurer un tel moteur de 400 chevaux à combustion interne qu'au bout d'un délai de huit à douze mois, dont la durée s'aug-

mente du temps nécessaire au montage à bord et à la mise au point qui demandent plusieurs semaines, quelquefois des mois.

D'autre part, le poids d'un appareil de ce genre aurait certes dépassé trente tonnes.

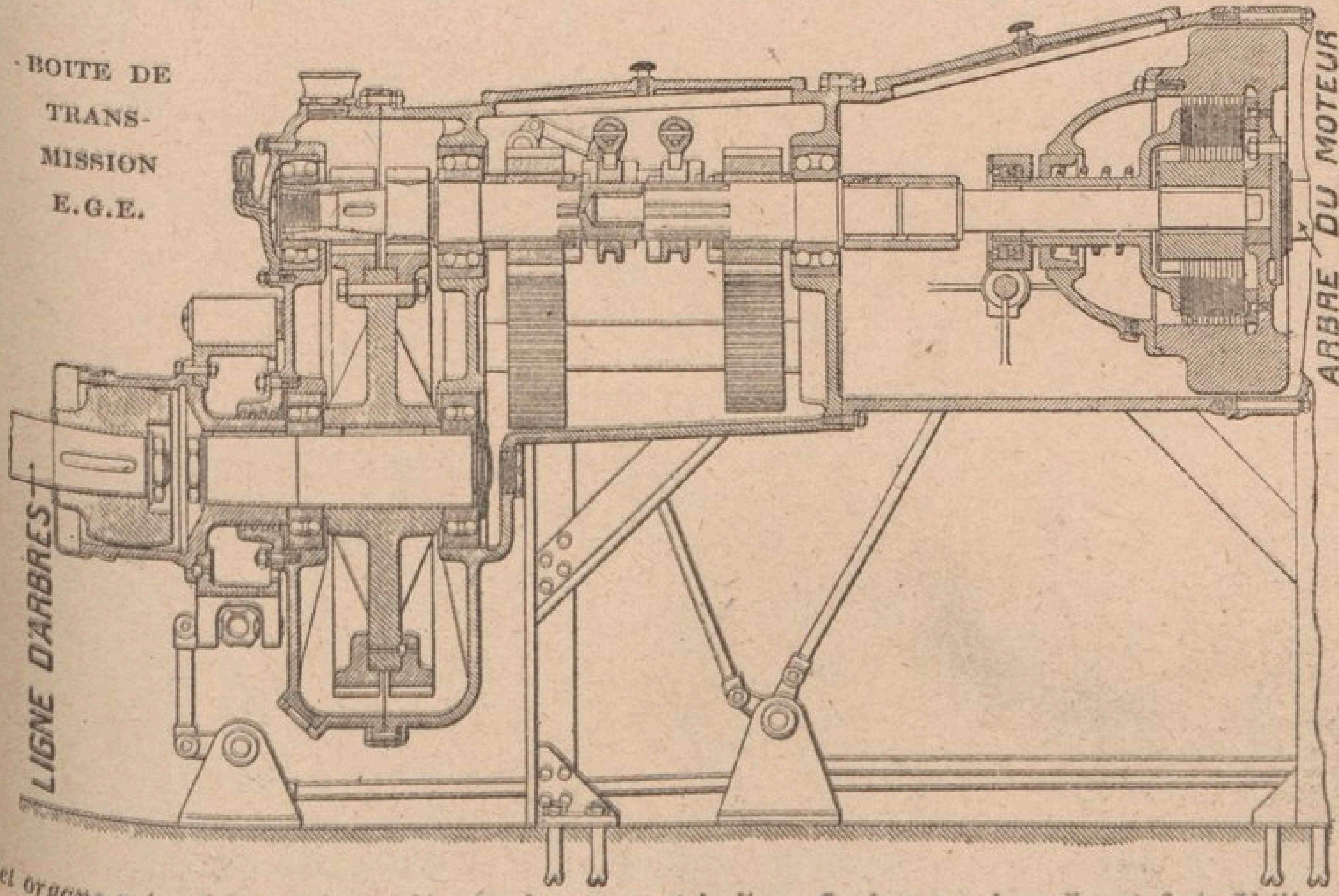
On a donc adopté comme engins de propulsion deux hélices actionnées chacune par un moteur de 120 chevaux à essence, système Panhard. Chaque groupe pèse 2.500 kilogrammes, y compris son changement de marche, ses réducteurs de vitesse et sa ligne d'arbres. Chaque moteur est facile à remplacer en cas, fort improbable, d'avaries graves et les pièces de rechange se trouvent sans peine et à bon compte chez le construc-

D'ailleurs, l'essence fournit un excellent rendement et une marche régulière des moteurs, résultat que l'on a encore de la peine à atteindre quand on veut employer le pétrole ordinaire ou les huiles lourdes. Au contraire, le moteur type automobile est arrivé aujourd'hui à un tel degré de perfectionnement que l'on est autorisé à ne plus envisager le risque de la panne abhorrée.

Les deux difficultés que présente l'adaptation du moteur d'automobile à quatre cylindres à la navigation sont sa trop grande vitesse de rotation et le risque d'explosion des réservoirs d'essence en cours de route.

On a donc interposé entre l'arbre du

BOITE DE TRANS-MISSION E.G.E.



Cet organe mécanique est intercalé entre le moteur et la ligne d'arbres sur laquelle est fixée l'hélice. Elle contient l'embrayage, le renversement de marche, et le démultiplicateur qui réduit à 200 tours la vitesse de rotation de l'hélice, permettant ainsi l'emploi d'un moteur à essence tournant à 1.200 tours.

teur, même dans les grands ports d'escale.

On peut être étonné qu'on ait choisi l'essence pour alimenter ces moteurs au lieu des huiles lourdes ou du pétrole. La raison en est qu'il y a eu en France pénurie de pétrole et non pas d'essence, car les difficultés qui se sont produites à propos de ce carburant provenaient du manque de fûts et de bidons, ainsi que de la rareté des wagons. On pouvait être certain qu'à bref délai, le marché de l'essence reprendrait son élasticité ordinaire, et comme les navires du type *Comafran-I* s'approvisionneront aux escales, la question du transport du carburant à l'intérieur du pays ne se pose pas à propos d'eux, même en temps de guerre.

moteur, qui tourne à 1.200 tours par minute, et celui de l'hélice un réducteur de vitesse avec roue et pignon, qui ramène le nombre de tours de ce dernier arbre à environ 200.

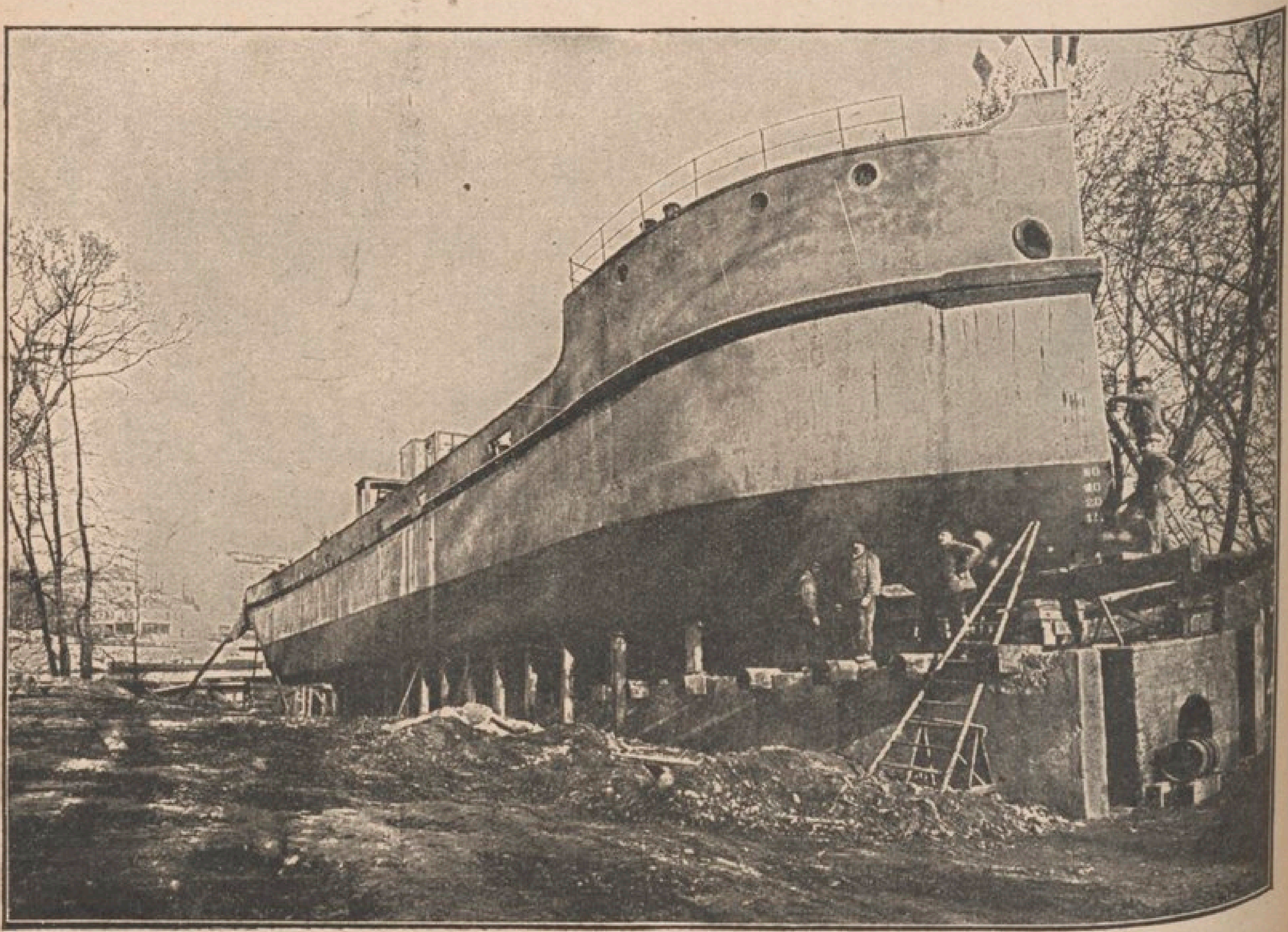
Pour obtenir une sécurité absolue de fonctionnement, on a utilisé ici des engrenages à chevrons en acier taillé dans une masse forgée. A la solidité de ce mécanisme s'ajoute un autre avantage précieux qui est le silence réalisé quel que soit le nombre et la rapidité des changements de régime de la marche des moteurs. Le changement de marche et le réducteur de vitesse ont été munis de paliers à billes, et ce dispositif a été également appliqué aux paliers de butée des lignes d'arbres, ce qui est excellent au point de vue

du rendement des moteurs. Cette dernière application constitue une nouveauté à l'actif des constructeurs français. On évite ainsi tout risque d'échauffement, fait qui a une grande importance au point de vue de la suppression des collets à frottement bronze sur acier des anciennes butées qu'il fallait arroser fréquemment pour en abaisser la température dangereuse pour les arbres.

Afin d'éviter tout danger d'explosion, les réservoirs d'essence ont été munis du dispositif de sécurité Rolland-Mauclère, d'incendie ou de fuite dans la tuyauterie.

Les compagnies d'assurances maritimes ont admis que des navires ainsi équipés pouvaient être assurés au taux normal, tandis que des règlements, jusqu'alors très sévères, gênaient l'installation de moteurs à essence à bord des embarcations, même de faible tonnage, destinées à la navigation commerciale ainsi qu'au transport des passagers.

Les réservoirs à carburant, placés comme nous l'avons dit, dans le compartiment n° 6, le dernier vers l'arrière, ont une capacité de



LE CARGO-BOAT EN CIMENT ARMÉ EST PRÊT A ÊTRE LANCÉ

Les derniers éléments du coffrage ont été enlevés et serviront à construire un autre navire semblable. La coque entière a reçu son enduit de ciment coloré. Les accessoires de coque ont été fixés. On achève la pose du dispositif de lancement en long par l'arrière suivant la méthode décrite dans notre n° 41, page 369.

construit par la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz, qui supprime dans leur origine les causes d'explosion et d'incendie des soutes à carburant à terre aussi bien que sur mer.

Le principe de cette invention consiste à injecter dans les réservoirs un gaz inerte, sous une pression de 1 à 2 kilogrammes, afin d'amener l'essence au carburateur ; ce gaz, qui ne change pas la composition du carburant, sert à couper instantanément, au moyen d'une soupape, toute communication entre les réservoirs et les moteurs en cas 9.000 litres, suffisante pour assurer cent heures de navigation. On estime que la consommation d'essence des moteurs marchant à pleine puissance, est de cent litres à l'heure pour les deux groupes, la vitesse atteinte variant alors de sept à huit nœuds.

Le *Comafran-1* a été lancé le 29 décembre 1918 avec un plein succès. La cale de lancement présentait par rapport au sens du courant un angle tel que la coque une fois libérée s'est rangée le long de la rive opposée après avoir parcouru une distance égale à une fois et demie sa longueur.

CÉLESTIN DROUHARD.

L'UTILISATION COMME COMBUSTIBLE DU CHARBON PULVÉRISÉ

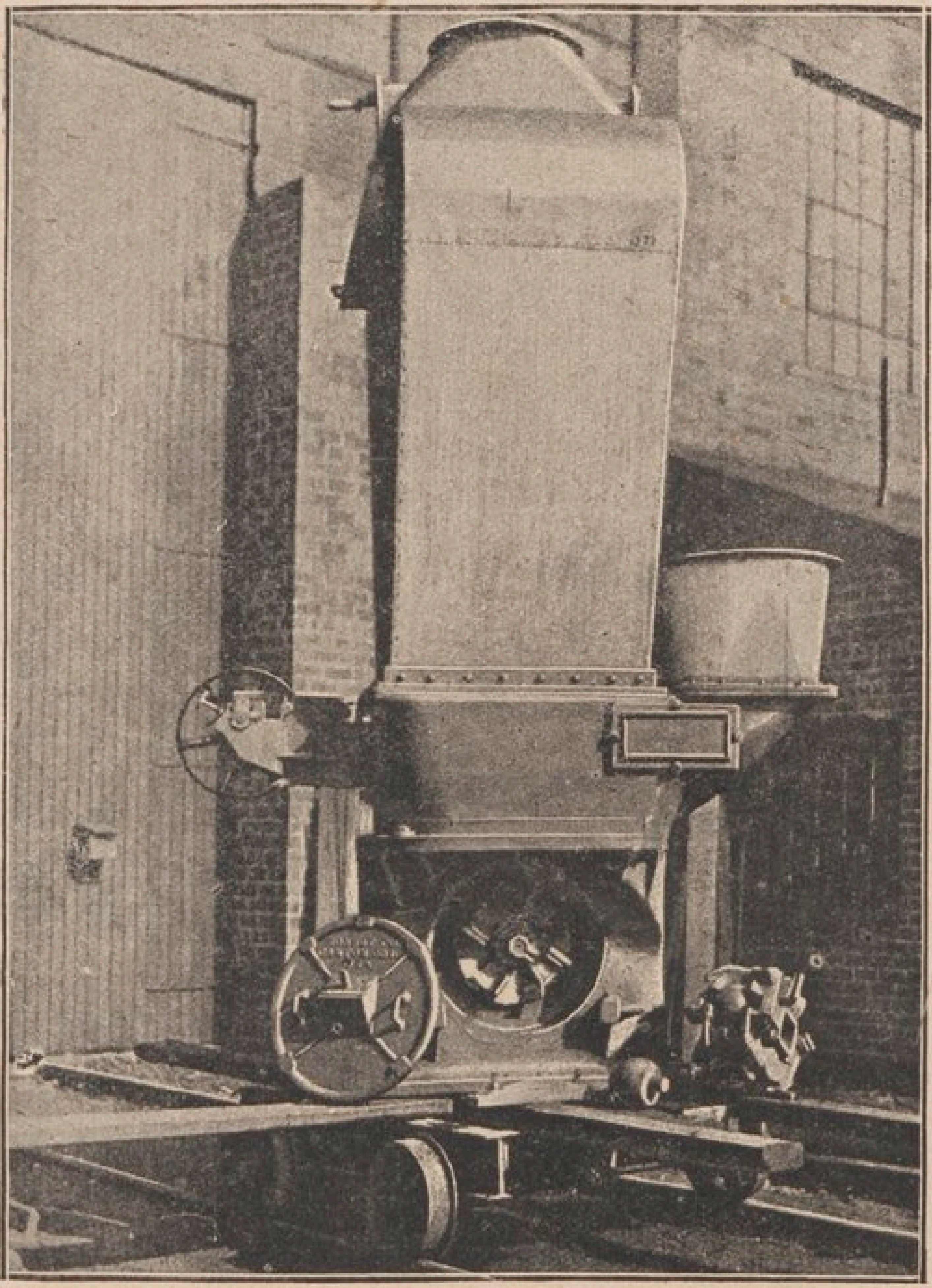
Par François GIRAUMONT

Aucun problème technique ne passionne plus actuellement le monde industriel que celui de l'utilisation de la houille dont on a gâché, depuis près de cent ans, de si énormes quantités.

La raréfaction des combustibles, causée par un état de guerre prolongé, a démontré qu'une révolution complète dans les méthodes d'emploi de la houille est absolument nécessaire si l'on veut éviter une crise mondiale qui se traduirait par l'arrêt d'un grand nombre d'industries indispensables à la vie courante de plusieurs centaines de millions d'individus.

Il faut donc supprimer toutes les manutentions et tous les modes d'emploi défectueux de la houille, qui causent des pertes quotidiennes se chiffrant dans chaque pays par des milliers de tonnes.

La houille qui tombe des wagons et des tombereaux servant à son transport, est perdue sans rémission, de même que celle qui s'évanouit en fumée au sortir des cheminées mal réglées, qui sont légion. Il faut donc brûler le charbon au sortir du puits de mine sous une forme qui permette de supprimer tout transport et de réaliser une combustion complète exempte de fumée.



VUE INTÉRIEURE D'UN BROYEUR A GALETS

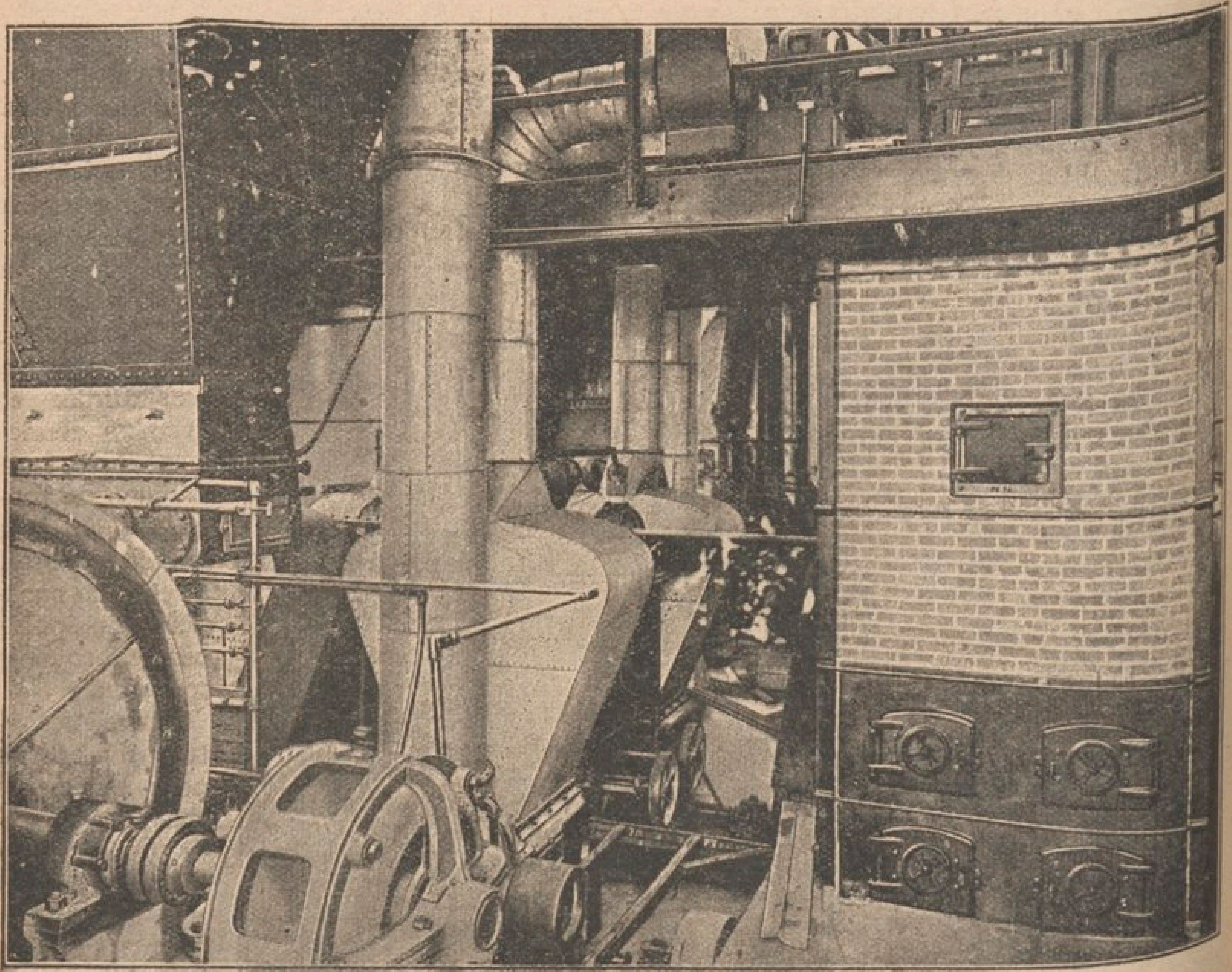
A droite, en bas, on aperçoit, démonté, un cylindre broyeur en acier moulé, qui tourne à l'intérieur du moulin ; on voit le pareil en place, au centre de la photographie.

Les Etats-Unis ont devancé la vieille Europe dans cet ordre d'idées, comme en bien d'autres occasions, car, en 1918, on a brûlé, de l'autre côté de l'Atlantique, sans fumée et avec un rendement élevé, huit millions de tonnes de charbon pulvérisé réduit à l'état de poussière impalpable par des broyeurs spéciaux.

On relève des tentatives faites pour brûler du charbon en poudre en 1818, par Niepce, en 1831 par Henschel. En 1873, un four à puddler rotatif, chauffé à la houille pulvérisée, fonctionnait en Angleterre dans l'arsenal de Woolwich.

Dès l'année 1881, de nombreux inventeurs allemands recherchèrent la solution de cette importante question. Successivement, Friedeberg, Ruhl, Schwartzkopff, puis surtout Wegener, imaginèrent des appareils de broyage et des foyers susceptibles de brûler la houille à l'état de poudre dans des conditions passables.

A partir de 1911 seulement, on constate aux Etats-Unis l'installation de nombreux fours métallurgiques dans des fonderies de cuivre et de zinc comme celles d'Anaconda et de Great Falls (Montana), puis dans des aciéries telles la Carnegie Steel C°, à Homestead (Pensylvanie). L'usine à cuivre n° 2 de la Société d'Anaconda comporte des fours à combustible pulvérisé capables de



VUE PRISE DANS L'ATELIER DE BROYAGE DE CHARBONS DES ACIÉRIES ARMSTRONG WHITWORTH, A MONTRÉAL (CANADA)

On voit, à droite, le foyer du sécheur, le transporteur du charbon sec au pulvériseur, puis les deux pulvériseurs. En haut, le ventilateur exhausteur. A gauche, la trémie d'emmagasinage du produit broyé; en avant, la dynamo de commande d'un des pulvériseurs, car cet atelier fonctionne à l'électricité.

passer des charges de 400 à 700 tonnes par jour et un four de 46 mètres de longueur servant au traitement des déchets des convertisseurs pour extraction du cuivre.

Aujourd'hui, on se sert de la houille pulvérisée aux Etats-Unis pour le chauffage des chaudières dans les stations centrales électriques, pour celui des fours Martin et autres dans les aciéries et même pour le service des locomotives. Une dizaine de constructeurs américains importants fournissent le matériel nécessaire à cet emploi nouveau de la houille.

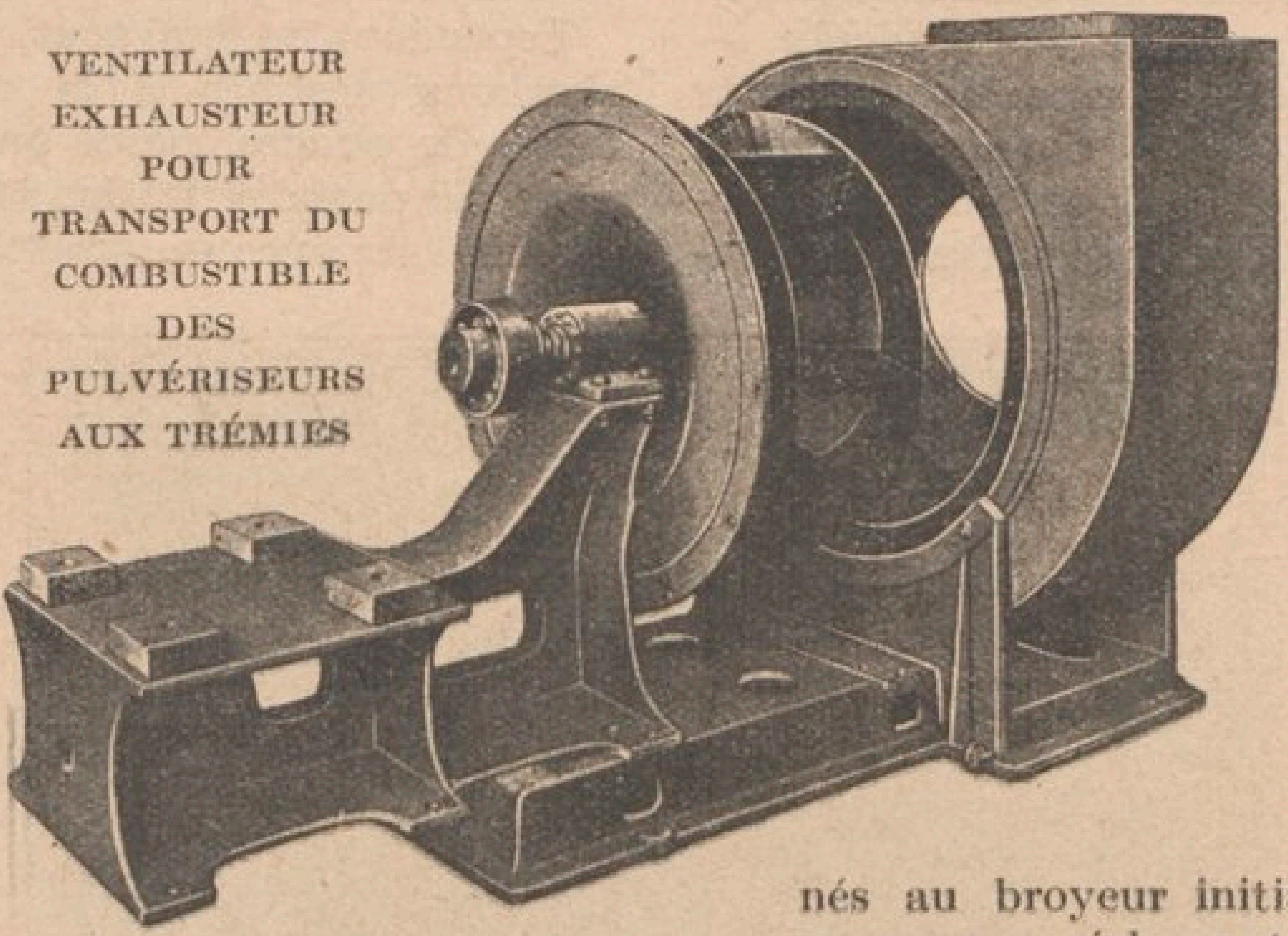
Actuellement, la calorie produite en brûlant du pétrole lourd ou de la houille pulvérisée revient au même prix dans les deux cas, si l'on considère les industries des Etats-Unis où le pétrole est bon marché.

Mais on utilise mieux la calorie fournie par la houille broyée que celle qui provient de la combustion d'une huile lourde. D'autre part, le prix des pétroles est sujet à de fréquentes variations qui empêchent les industriels d'obtenir des prix de revient stables.

Il est donc avantageux aux Etats-Unis de brûler la houille pulvérisée partout où l'on peut se procurer à bon compte des charbons riches en matières volatiles, surtout sous forme de menus ou de tout-venant. Le menu est plus avantageux que tout autre sorte de combustible, puisqu'il n'exige pas de broyage préliminaire. Un bon charbon pulvérisé doit contenir autant que possible environ 54 % de carbone fixe, 33 % de matières vola-

tiles, 12 % de cendres, 1 % d'humidité.

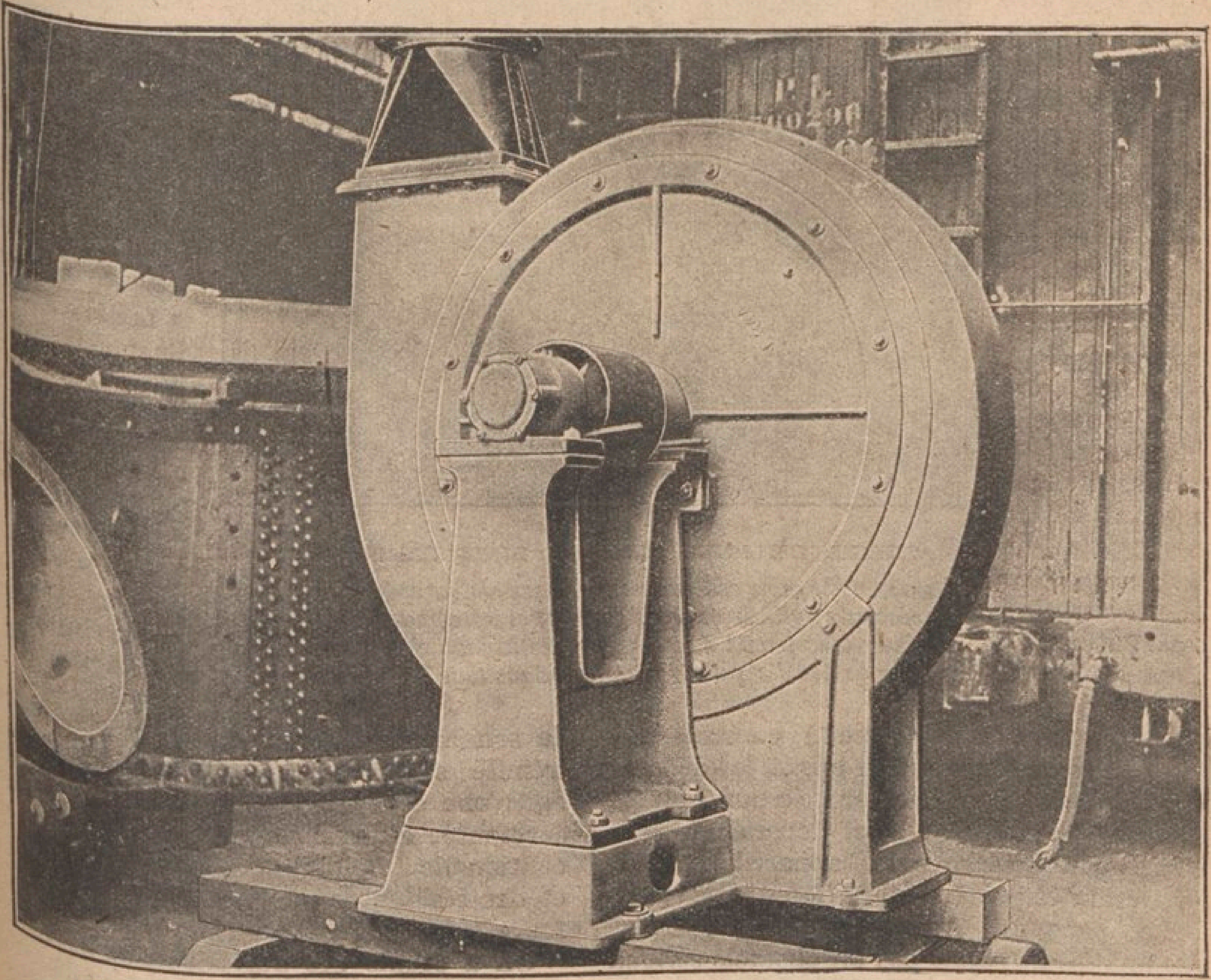
D'après des essais prolongés effectués sur des foyers chauffés au pétrole, au gaz à l'eau, et à la houille en poussière, on estime que, pour une dépense d'environ cinq centimes de frais d'exploitation, on recueillera 25.000 calories avec l'huile lourde, 29.000 avec le gaz Mond et 33.000 dans des fours brûlant du charbon pulvérisé. Dans ce dernier cas, on peut même obtenir 43.000 calories en remplaçant les transporteurs à hélice par des convoyeurs pneumatiques fonctionnant à basse pression d'air en circuit fermé.



VENTILATEUR EXHAUSTEUR POUR TRANSPORT DU COMBUSTIBLE DES PULVÉRISEURS AUX TRÉMIES

Quels que soient les appareils employés pour l'utilisation des combustibles en poussière, l'installation générale d'un système quelconque comporte un broyage préliminaire en morceaux de vingt millimètres de diamètre, un séchage ramenant l'humidité à environ 1 %, et une pulvérisation assez fine pour que 85 % du produit passent au tamis de 6.400 mailles par centimètre carré et 95 % au tamis de 1.600 mailles. Les refus, ramenés au broyeur initial, sont soumis à nouveau au séchage et à la pulvérisation.

La poussière ainsi obtenue est mise en silos puis distribuée aux divers foyers d'utilisation. Le mode de répartition adopté doit permettre un contrôle constant des quantités



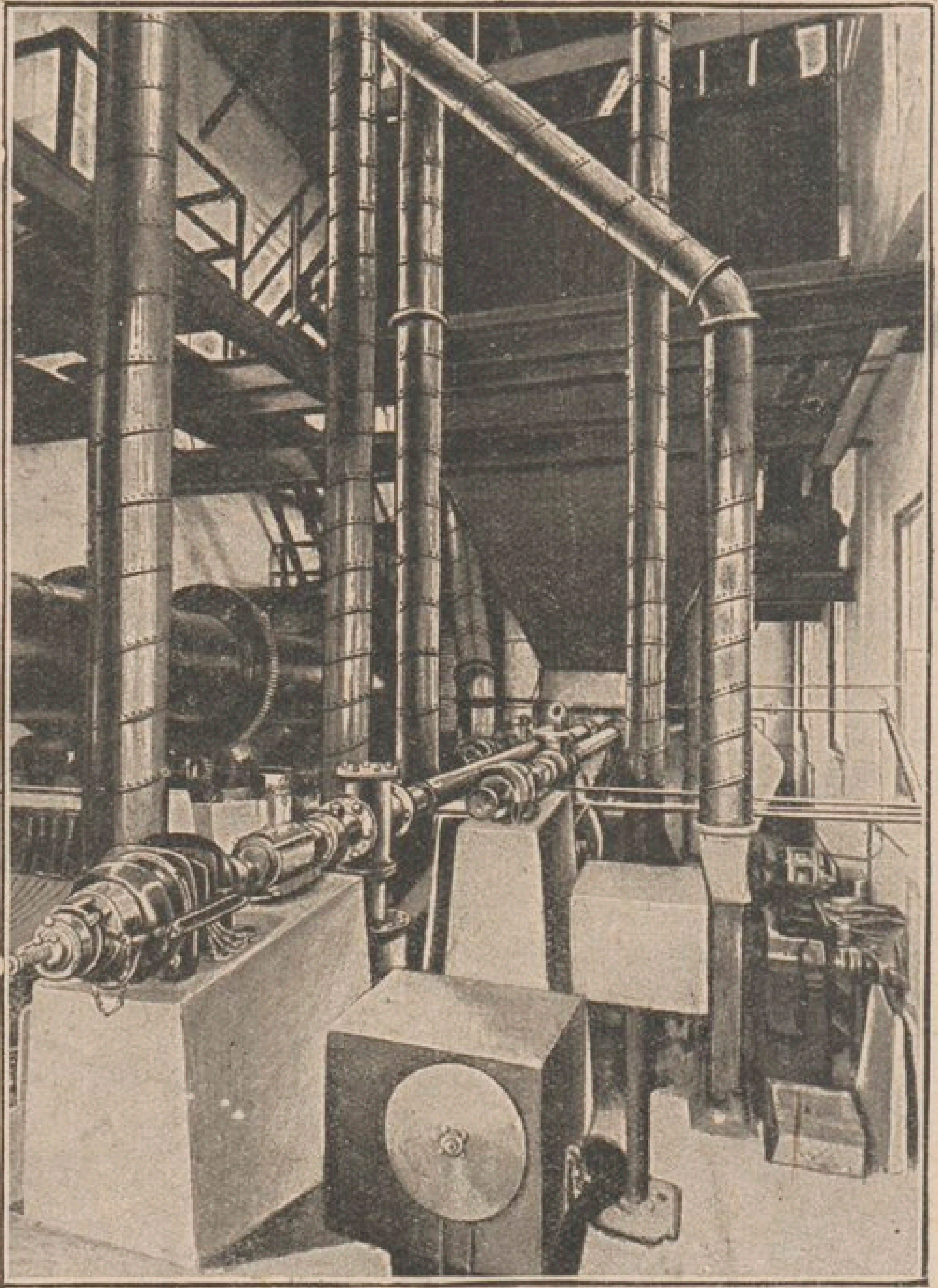
VENTILATEUR POUR LE FORÇAGE DE L'AIR DANS LES CONDUITES PNEUMATIQUES

de charbon et d'air introduites dans les chambres de combustion, car il importe d'éviter la formation d'un mélange susceptible de provoquer une explosion. On sait, en effet, que toute matière pulvérulente — farine, poussière de coton, sciure, poussier de charbon, etc., — peut donner naissance, quand elle est saturée d'une certaine quantité d'air, à un milieu explosif des plus dangereux. Ce charbon est brûlé dans les divers foyers sous forme d'un nuage de poussière ultra-fine et d'air amené par une tuyère spéciale.

Quand on ne peut acheter des menus à la mine, le concassage préliminaire s'opère dans des broyeurs ordinaires dont les cylindres sont munis de ressorts, combinés de telle manière que la pression exercée sur le charbon est maximum quand les rouleaux occupent leur position normale. Ainsi, les pierres et autres corps durs ne peuvent détériorer le broyeur dont les organes s'écartent pour les laisser passer. Dans certaines installations, il existe, à la suite des concasseurs, un séparateur magnétique à courroie servant à retirer, du charbon broyé, les déchets métalliques tels que boulons, écrous, pointes d'outils de mine, etc., qui pourraient ultérieurement détériorer les appareils de pulvérisation et paralyser leur fonctionnement.

La présence d'une certaine quantité d'humidité ne serait pas un obstacle sérieux à la bonne marche des brûleurs, car on a pu utiliser des fines contenant jusqu'à 15 % et 20 % d'eau, à condition d'installer dans les foyers un allumeur donnant une flamme au contact de laquelle la poussière mouillée se dessèche et prend feu à son tour.

Cependant, malgré tout, il faut sécher les charbons destinés à la combustion sous forme de poudre, parce que la plupart des appareils de pulvérisation se calent dès qu'on les alimente avec un produit un peu humide.



ATELIER DE PULVÉRISATION POUR COMBUSTIBLES

On a installé dans cette usine neuve un atelier spécial contenant les sécheurs cylindriques (à gauche) et les appareils de broyage mus par l'électricité d'où partent les tuyauteries servant à distribuer la houille pulvérisée sèche dans tous les fours et foyers.

Le séchage entraîne une dépense de combustible importante, car il faut porter à 100° l'eau contenue dans les menus, puis la vaporiser complètement.

La température des gaz circulant dans les cylindres métalliques rotatifs de dessiccation est abaissée à 115° grâce à l'introduction d'une certaine quantité d'air. En traversant les fragments de houille, ces gaz perdent 70°, et comme ils sortent du sécheur à faible vitesse, ils n'entraînent que peu de poussières nuisibles.

Les appareils de séchage comportent généralement un cylindre de tôle d'acier incliné qu'un moteur électrique fait tourner autour de son axe sur une série de galets. L'extrémité supérieure du cylindre débouche dans une chambre de briques réfractaires surmontée d'une cheminée servant à l'évacuation de l'humidité extraite du charbon et des résidus de combustion du foyer qui fournit des gaz chauds au cylindre sécheur.

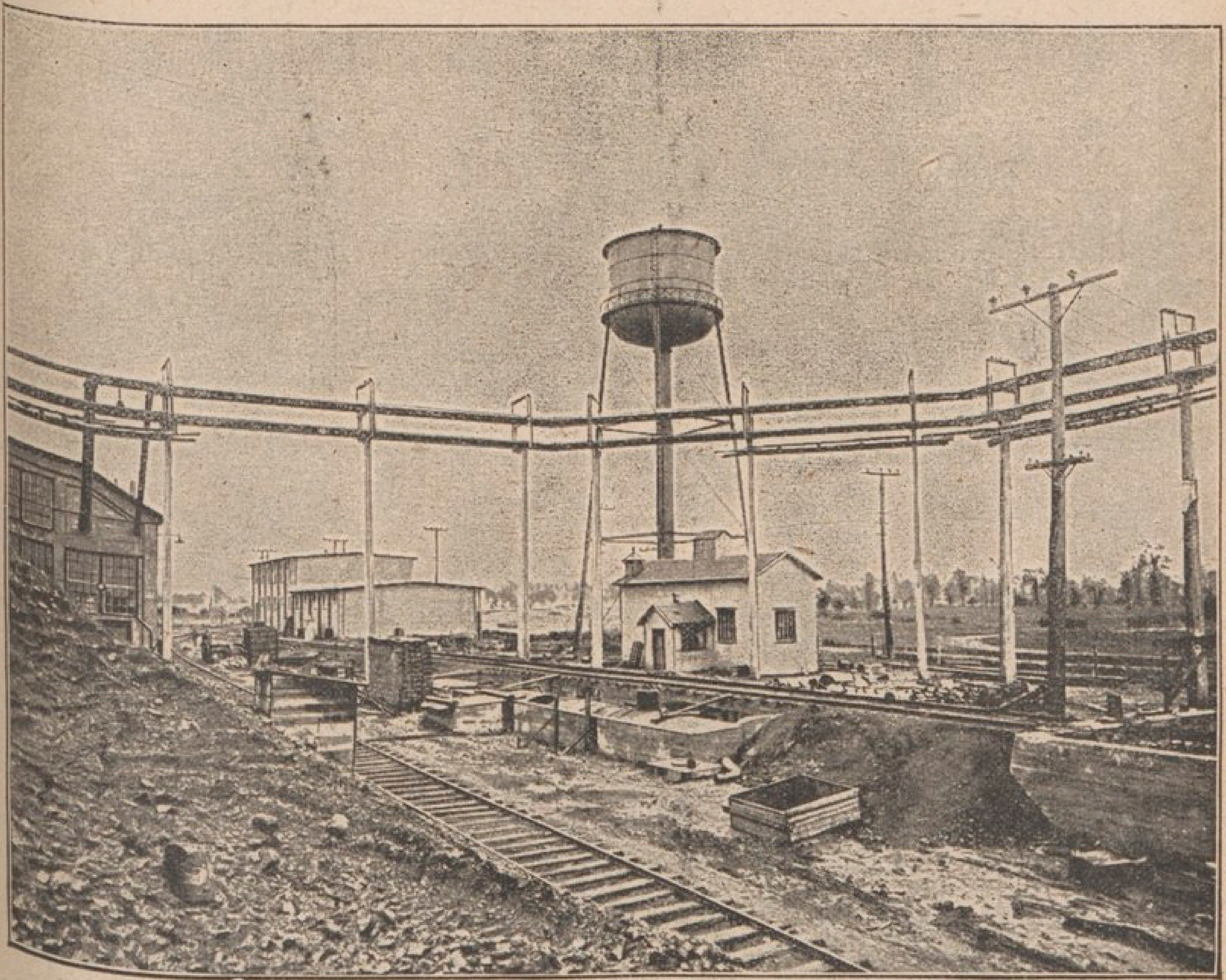
On a étudié des pulvérisateurs spéciaux verticaux ou horizontaux, qui fonctionnent comme les moulins à phosphates ou comme

les tubes mills, employés dans l'Afrique du Sud pour amener les minerais d'or à l'état de poudre, en vue de leur cyanuration.

Les broyeurs verticaux sont, en général, du type à boulets. Un certain nombre de sphères d'acier dur se meuvent dans un creuset métallique d'où la poussière de charbon sort par des ouvertures inférieures. Les tubes mills sont des cylindres en tôle d'acier de 1 m. 20 à 1 m. 50 de diamètre, longs de 4 m.50 à 7 m. 50. Le charbon est introduit à l'intérieur, que l'on achève de remplir avec des plaques de fonte dure et des silex. Cet appareil, qui tourne à faible vitesse, s'use peu malgré son grand débit. Un tube de 1 m. 50 de diamètre sur 7 mètres de longueur, et contenant 6.000 kilos de cailloux, peut pulvériser par heure 2.000 kilos d'un charbon préalablement broyé en grains de 6 millimètres. Le produit laisse un résidu de 6 % sur le tamis de 1.600 mailles.

La distribution peut s'opérer de diverses manières qui, aujourd'hui, se ramènent à deux principes généraux très simples.

Ou bien chaque foyer comporte une trémie munie d'autant de distributeurs qu'il y a de brûleurs, ou bien un distributeur annexé à la centrale de pulvérisation prépare le mélange pour tout un atelier et même pour toute une usine. Dans le premier cas, les trémies de foyers sont alimentées par l'atelier de pulvérisation au moyen de transporteurs mécaniques ou par une conduite pneumatique à haute pression en tôle d'acier.



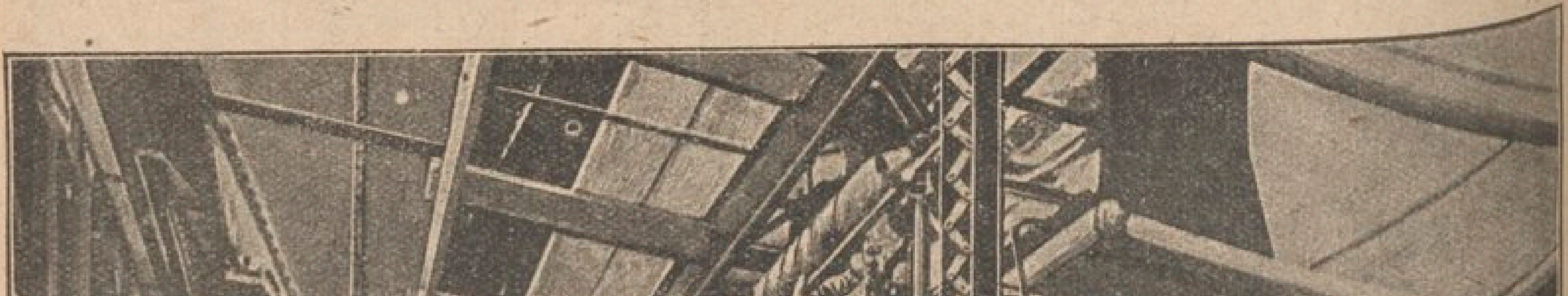
CONDUITE AÉRIENNE DE CHARBON PULVÉRISÉ DANS UNE USINE MÉTALLURGIQUE

Les fours métallurgiques chauffés au moyen de la houille pulvérisée peuvent être alimentés par une tuyauterie aérienne qui permet de supprimer tous les appareils de manutention mécanique des combustibles à l'intérieur des aciéries. Cette vue a été prise à Montréal (Canada).

Le système par trémies se recommande pour les foyers importants tels que les grands fours métallurgiques ou les chaudières. Au contraire, dans le cas de foyers nombreux dans une usine et de grande dissémination, on doit préférer la distribution pneumatique qui donne une économie sensible.

En principe, un brûleur comprend simplement un tuyau de tôle mince d'environ 8 à 15 centimètres de diamètre, qui sert d'arri-

FOURS CHAUFFÉS AU CHARBON PULVÉRISÉ DANS UNE FABRIQUE DE FER-BLANC



BATTERIE DE CHAUDIÈRES TUBULAIRES CHAUFFÉES A LA HOUILLE PULVÉRISÉE

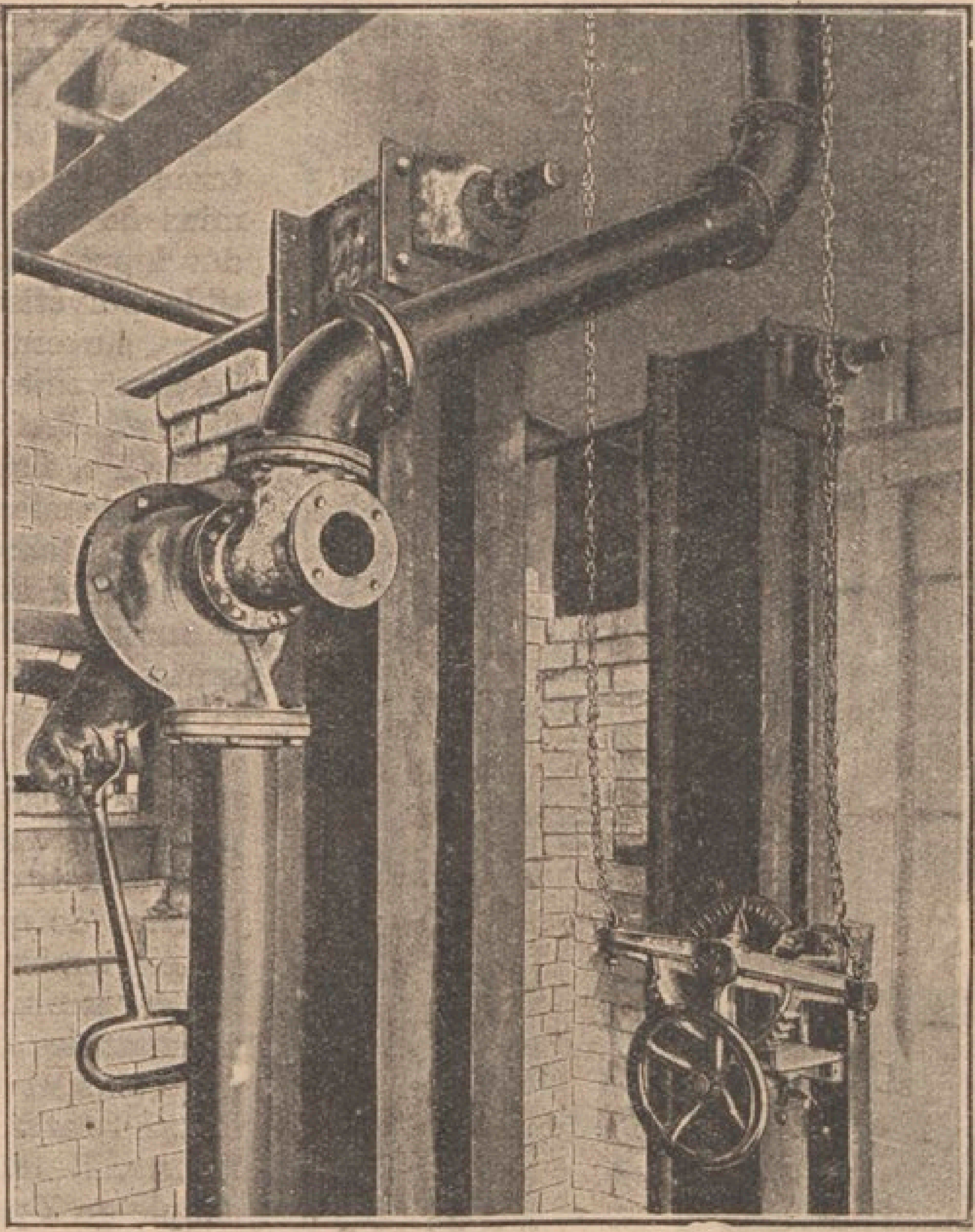
vée d'air, et dans lequel débouche à l'extérieur du foyer un petit conduit d'amenée du charbon en poussière. Du tuyau débouche donc dans le foyer un mélange d'air et de charbon en poudre impalpable et l'on corrige le dosage d'air nécessaire en manœuvrant une vanne à papillon montée dans un manchon entourant le tuyau à l'endroit où il pénètre dans le foyer. Il faut donc armer chaque foyer d'autant de brûleurs qu'il en faut pour mettre en œuvre la quantité de combustible prévue pour le fonctionnement normal du four ou de la chaufferie considérée.

Un seul brûleur de 75 millimètres de diamètre peut débiter 270 kilos ; avec un appareil de 125 millimètres, on passerait facilement 1.200 kilos de combustible à l'heure.

Au système de distribution pneumatique correspond un autre mode de brûlage et d'alimentation. A l'aplomb de chaque brûleur, on pique sur la conduite principale de distribution un branchement muni d'un robinet — comme s'il s'agissait de gaz d'éclairage — qui débouche dans une boîte de fonte en même temps qu'une certaine quantité d'air amenée par une tuyauterie spéciale en tôle d'acier.

A la suite d'essais prolongés, on a reconnu que l'on pouvait chauffer des fours métallurgiques servant à la fabrication de l'acier Martin en brûlant de 200 à 225 kilos de houille pulvérisée par tonne de métal produit, sans détériorer ni les soles, ni les voûtes. On a appliqué avec succès ce même système de production de chaleur à des fours à réchauffer et la nouvelle aciérie que les grands métallurgistes anglais, MM. Armstrong, Whitworth et C°, ont installée à Montréal (Canada) est entièrement construite sur ce principe que l'on y a poussé à l'extrême.

D'un atelier central de pulvérisation de houille partent des tuyaux aériens qui distribuent la poudre à tous les foyers de l'usine. L'excès de charbon non brûlé par suite de l'arrêt de certains fours ou foyers de chaudières revient automatiquement aux silos de départ. Il n'y a donc ainsi aucune perte de combustible. De plus, la poussière de charbon circule dans un circuit fermé, ce qui permet de régler la quantité d'air introduite de telle manière que la combustion ait lieu avec le maximum d'utilisation sans que l'on ait à craindre aucun danger d'explosion.

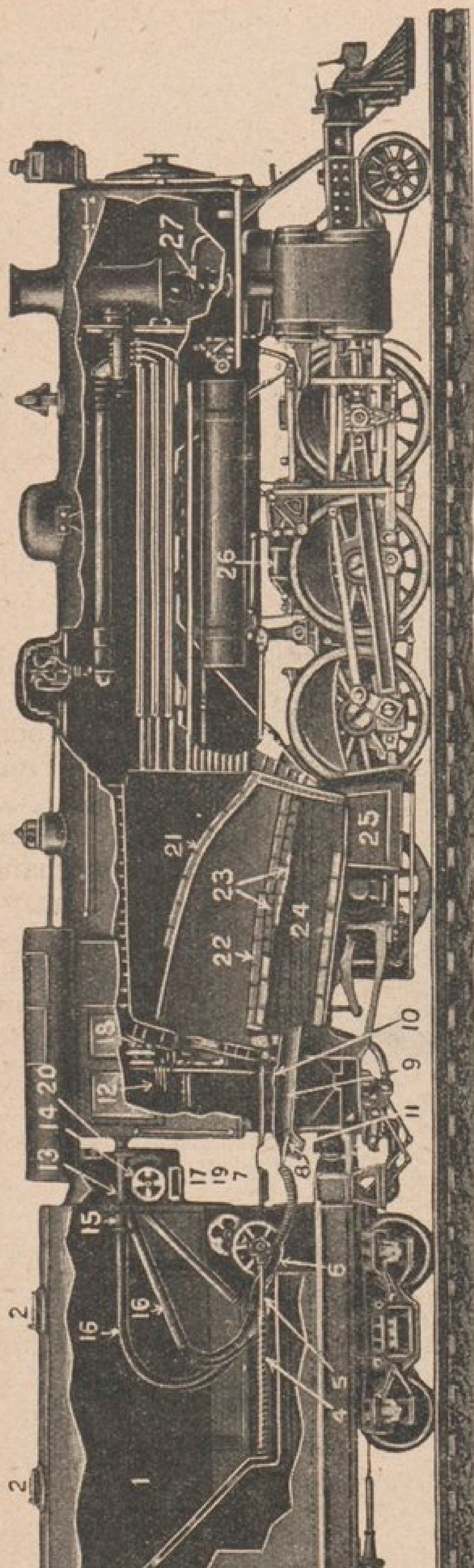


BRULEUR POUR L'EMPLOI DE CHARBON PULVÉRISÉ DANS UN FOUR SIDÉRURGIQUE

Cette photographie montre l'agencement des appareils de brûlage dans un four Martin de dix-huit tonnes installé à Montréal (Canada), dans l'aciérie Martin de MM. Armstrong, Whitworth et C°, les célèbres métallurgistes anglais de Sheffield.

On peut ainsi réaliser d'excellentes chaufferies économiques pour stations de production de force motrice, en réduisant au minimum les dépenses de main-d'œuvre, car le charbon pulvérisé circule dans des tuyauteries étanches tout comme le pétrole lourd. Une chaudière multitubulaire de 400 chevaux, munie d'un réchauffeur d'alimentation donnant de l'eau à 80° C, a pu fournir, en quarante-cinq minutes, de la vapeur à la pression de 10 k. 5.

Il faudrait passer en revue des centaines d'industries — fabriques de ciment, usines à cuivre, à zinc et à plomb, fours à chaux, stations centrales d'énergie électrique,



LOCOMOTIVE TYPE CONSOLIDATION (2-8-0) DU DELAWARE & HUDSON R. R., BRULANT DU CHARBON EN POUDRE

Le combustible pulvérisé dans les dépôts de machines, et emmagasiné dans le silo 1, que l'on remplit par les orifices 2, est amené par le transporteur 3 vers l'appareil d'alimentation 4. L'air et la poudre passent ensuite dans un premier mélangeur 5, puis se dirigent vers le foyer en traversant successivement l'orifice 6, le tuyau flexible 7, la tuyère 8, le second mélangeur 9 et la buse 10. Un régulateur d'admission 11, muni d'un appareil de contrôle 12, permet le dosage de l'arrivée de l'air comprimé fourni par un ventilateur 13, actionné par un moteur 14. L'air comprimé sortant du ventilateur est distribué par une buse à orifices multiples 15 et par des tuyaux 16. Un moteur 17 actionne le transporteur 3, l'appareil d'alimentation 4 et le mélangeur 5 dont la marche est réglée au moyen du contrôleur 18 et des engrenages 19. Quand les mécanismes sont commandés électriquement, on installe un commutateur 20 et un moteur 26. Dans le foyer, une voûte de sécurité 21 protège le faisceau tubulaire contre les coups de feu. La voûte primaire 22 est percée de trous d'arrivée 23 pour l'air supplémentaire. A la partie inférieure de la chambre 24 est un cendrier 25 qu'un courant d'air nettoie automatiquement. Le tirage est assuré par une tuyère spéciale 27.

etc., etc. — pour donner une liste même approximative des applications réalisées actuellement du chauffage normal des foyers par le charbon pulvérisé.

Les chemins de fer ont étudié la question avec grand intérêt, et il existe même, aux Etats-Unis, un yacht de surveillance des côtes muni d'une installation d'essai pour l'emploi rationnel de la houille en poudre.

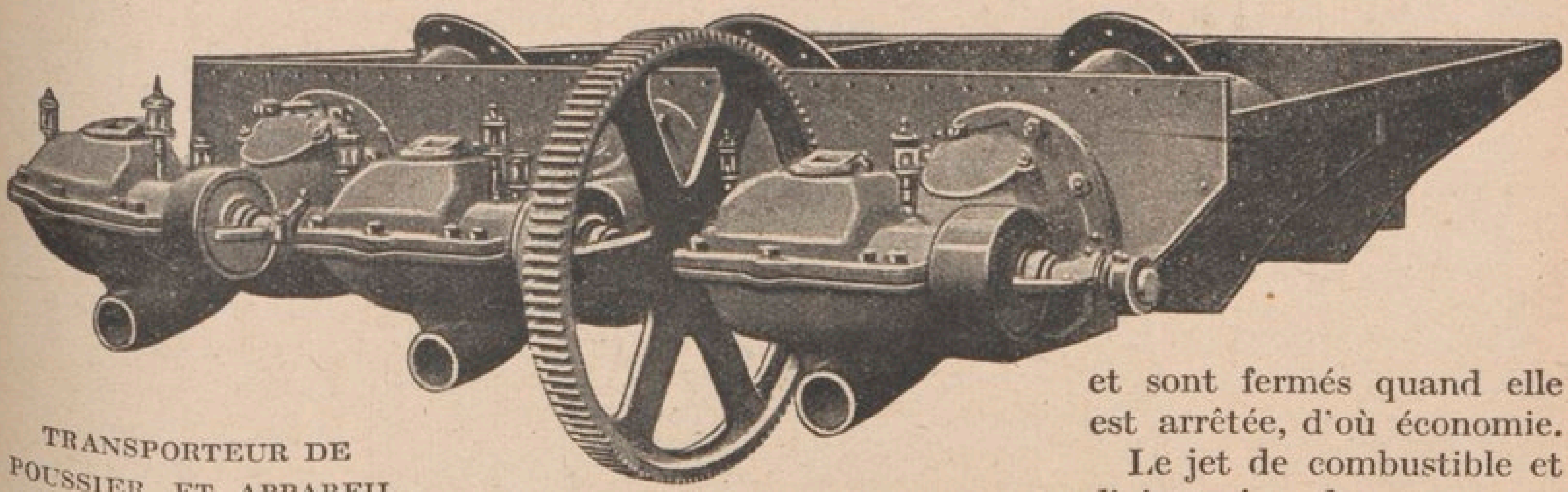
Le manque de charbon dans les Etats de l'Ouest, et les hauts prix du pétrole, ont déterminé les compagnies de chemins de fer des Etats-Unis à développer l'emploi du combustible pulvérisé sur les locomotives, surtout à partir de 1914. Successivement, le New-York Central, l'Atchison Topeka & Santa Fe, firent des essais couronnés de succès. Le Delaware & Hudson Railroad et le Central Railroad of Brazil, ont appliqué ce mode de chauffe à de puissantes machines des types 2-8-0 et 4-6-0. (Voir le n° 41 de *La Science et la Vie*, page 479).

Grâce à cette innovation, on peut brûler dans les foyers de locomotives des lignites et des houilles de qualités inférieures. On économise le combustible car la consommation est réduite pendant les arrêts par le stoppage partiel de la machinerie d'alimentation. Ce système rend le travail du chauffeur aussi simple qu'il peut l'être sur des locomotives qui brûlent du pétrole ou que l'on a munies de grilles mécaniques. On obtient ainsi une combustion économique et rationnelle parce que le chauffeur, tout en surveillant les signaux, peut régler à volonté l'intensité du feu suivant les exigences du service.

On prépare le charbon pulvérisé dans les dépôts répartis le long des lignes où on l'emmagasine dans des trémies de capacité convenable pourvues de goulottes et d'appareils de manutention fermés, permettant le remplissage des tenders en quelques minutes sans perte

de combustible ni production de poussière.

La station de pulvérisation montée à Marceline en 1917 pour l'Atchison Topeka & Santa Fe Railroad, possède une soute de douze tonnes pour le charbon venant de la mine sur wagons. Le sécheur, du type à cylindre rotatif incliné, a 1 m. 07 de diamètre et 12 m. 80 de longueur. Le charbon est introduit à la partie supérieure du sécheur ; au point le plus bas, un électro-aimant sépare les parties métalliques. Le pulvériseur donne en une seule opération un produit, dont 85 % passent à travers un tamis de trente et une mailles au centimètre carré. Un transporteur à vis amène le produit fini dans une trémie en acier de 20 tonnes avec partie inférieure conique dont la goulotte de chargement s'adapte à l'ouverture de la partie supérieure du tender. L'atelier, dont la capacité est de 20 tonnes par jour, est actionné par des moteurs électriques et dépense 17 chevaux-heure par tonne de charbon pulvérisé.

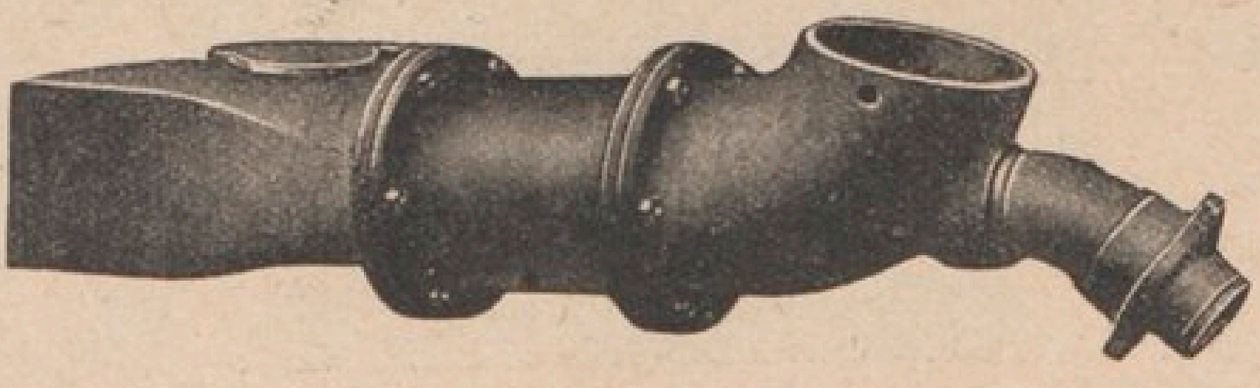


TRANSPORTEUR DE POUSSIER ET APPAREIL D'ALIMENTATION POUR LOCOMOTIVES DELAWARE & HUDSON R.

L'équipement de la locomotive est constitué de la façon suivante :

Le tender porte un réservoir clos pour le charbon pulvérisé. Le combustible descend par son propre poids sur un transporteur à vis longitudinal placé au fond du réservoir. Ce transporteur amène le combustible au mélangeur, dans lequel un souffleur prépare le mélange de charbon et d'air. Le courant d'air emporte le charbon en suspension à travers une conduite de 89 millimètres, jusqu'à la locomotive où il entre dans un tube plus large placé sous le plancher. En ce point, il reçoit, par induction, de l'air formant avec lui un mélange combustible que le tirage de la cheminée entraîne dans le foyer. Des registres placés dans la chambre de mélange, règlent le volume et la vitesse de l'air admis. Ces registres, manœuvrés par le chauffeur, restent ouverts quand la machine travaille et sont fermés quand elle est arrêtée, d'où économie.

Le jet de combustible et d'air arrive dans une enceinte garnie de briques formant chambre de combustion au bas du foyer et comportant, au lieu de grille, un fond incliné. Cette chambre est en partie recouverte d'une voûte en briques et son garnissage possède des ouvertures pour l'admission de l'air auxiliaire. La flamme passe du dessous de cette voûte primaire dans le foyer au-dessus de la voûte principale en briques, au-dessus de laquelle elle s'allonge pour atteindre la plaque tubulaire. Les scories en combustion tombent dans un bac ou cendrier placé en avant et au point le plus bas de la chambre de combustion.



MÉLANGEUR D'AIR ET DE POUDRE DE CHARBON PULVÉRISÉ POUR LOCOMOTIVE

Cette figure représente en détail le second mélangeur de charbon pulvérisé et d'air qui porte le n° 9 sur la photographie d'ensemble (page 316).

La flamme atteint une température maximum de 1.400° à 1.550° C à l'avant du foyer, au-dessous de la voûte principale. En ce point, arrive, par induction, de l'air supplémentaire qui complète la combustion. Les gaz de la boîte à fumée contiennent en moyenne 13 % à 14 % d'acide carbonique quand la quantité de charbon brûlée est de 1.350 kilos à l'heure, 14 à 15 % pour 1.600 kilos et 15 à 16 % pour 1.800 kilos.

Chaque distributeur est capable de débiter 225 à 1.800 kilos de charbon pulvérisé à l'heure et l'on peut employer de un à cinq de ces appareils, suivant la capacité de vaporisation de la chaudière et du surchauffeur.

Le souffleur est commandé par une turbine à vapeur, à vitesse constante ; turbine

et souffleur sont placés dans un coffre à la partie supérieure de la trémie sur l'avant du tender. Une turbine à vapeur, à vitesse variable, placée dans un coffre semblable, au bas de la trémie, commande le transporteur, le distributeur et le mélangeur. On peut employer très commodément pour ces opérations des moteurs électriques actionnés par un turbo-générateur.

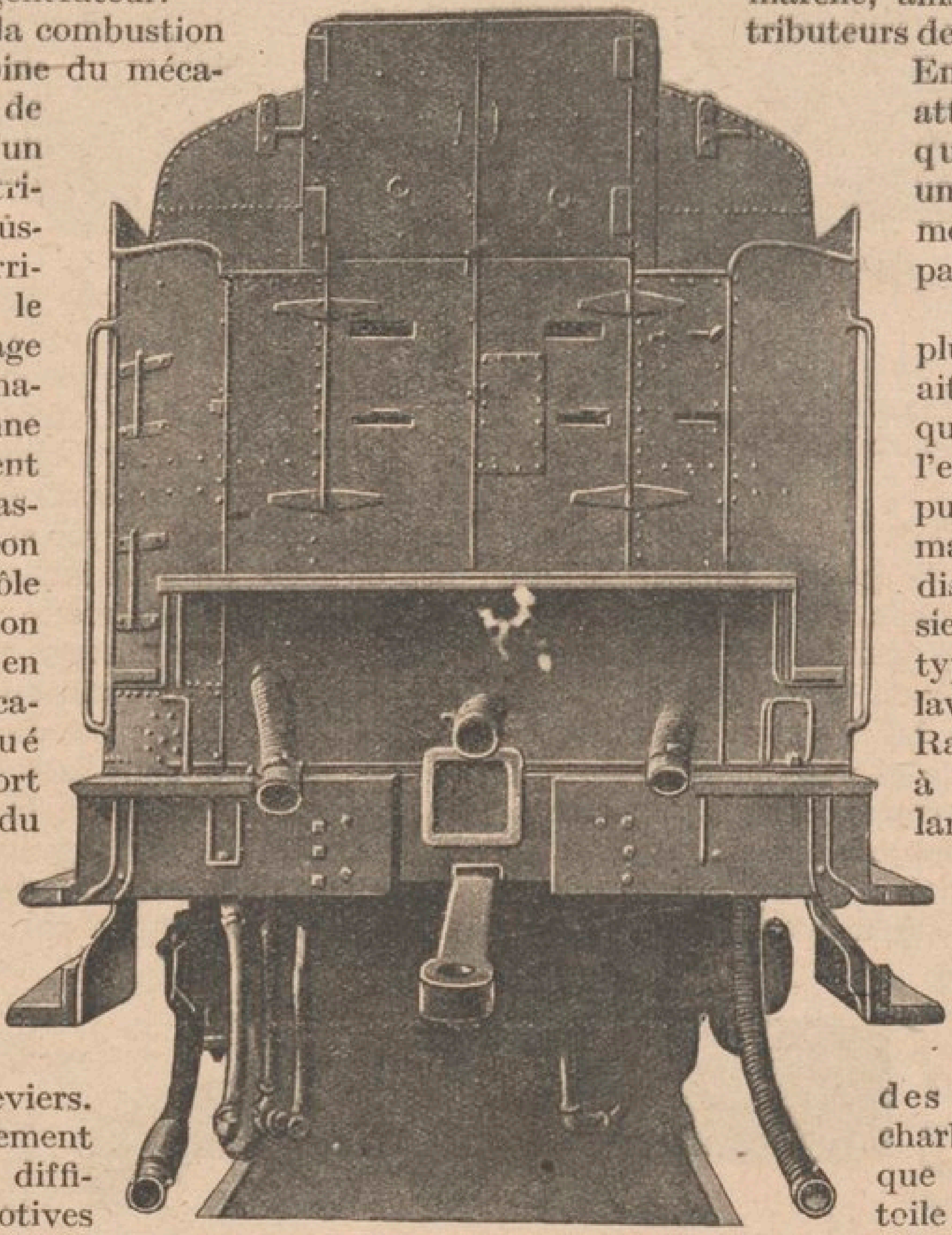
Le réglage de la combustion se fait de la cabine du mécanicien au moyen de trois leviers ; l'un contrôle la distribution de combustible, l'autre, l'arrivée de l'air et le troisième, le tirage induit quand la machine ne fonctionne pas. L'équipement est étudié pour assurer d'une façon certaine le contrôle de la distribution du charbon tout en évitant un mécanisme compliqué pour le transport du combustible du tender à la machine. Cette dernière ne doit comporter aucun autre appareil spécial autres que les leviers.

Tout l'équipement s'applique sans difficulté aux locomotives neuves ou anciennes et il est facile de convertir une locomotive au charbon pulvérisé en une locomotive chauffée, soit au pétrole, soit à la houille crue ordinaire si la nécessité en est reconnue.

Quand on transforme une locomotive brûlant du charbon ordinaire, les grilles, le cendrier et les portes du foyer disparaissent.

La boîte à feu, garnie de briques ou de matières réfractaires, est construite sur le fond du foyer avec sa voûte primaire et son bac à scories. La boîte à fumée est débarrassée du pare-étincelles, de la trémie à escarbilles, etc... et on augmente la section de la tuyère d'échappement. Le tender est muni d'un réservoir étanche à l'air et d'un mécanisme commandant le souffleur, le distributeur et le mélangeur, ainsi que d'appareils assurant la connection avec la locomotive pour le réglage du foyer.

Pour mettre la machine en feu, on ouvre le souffleur à vapeur placé dans la cheminée, et l'on jette un paquet de déchets enflammés dans le foyer, en avant de la voûte primaire. Puis le ventilateur-souffleur est mis en marche, ainsi qu'un des distributeurs de charbon et d'air. En général, on peut atteindre, en cinquante minutes, une pression d'au moins 14 kilos en partant d'eau à 10°.



VUE ANTÉRIEURE D'UN TENDER MONTRANT LA TUYAUTERIE FLEXIBLE POUR L'ARRIVÉE DU COMBUSTIBLE EN POUDRE A LA MACHINE

La locomotive la plus puissante qui ait été équipée jusqu'à présent pour l'emploi du charbon pulvérisé est une machine à marchandises à quatre essieux couplés, du type 2-8-0 du Delaware and Hudson Railroad. Son foyer à anthracite, très large, se prolonge au-dessus des roues motrices arrière. Sous le plancher sont placés les organes postérieurs des mélangeurs de charbon et d'air ainsi que des conduites en toile les reliant à la tuyauterie du tender.

Citons aussi, parmi les plus récentes, l'application de la houille pulvérisée à douze locomotives à voyageurs, construites en 1917 aux Etats-Unis pour le Central Railway of Brazil. Ces machines brûlent du charbon brésilien pulvérisé au dépôt principal des machines, à Barra de Pirahy, à une centaine de kilomètres de Rio-de-Janeiro.

La rareté des combustibles en Suède a également déterminé les administrations des chemins de fer de ce pays à étudier l'emploi de la tourbe séchée et pulvérisée dans les foyers de locomotives. La place nous manque pour publier ici le détail de ces intéressants essais, qui ont donné de bons résultats.

François Giraumont.

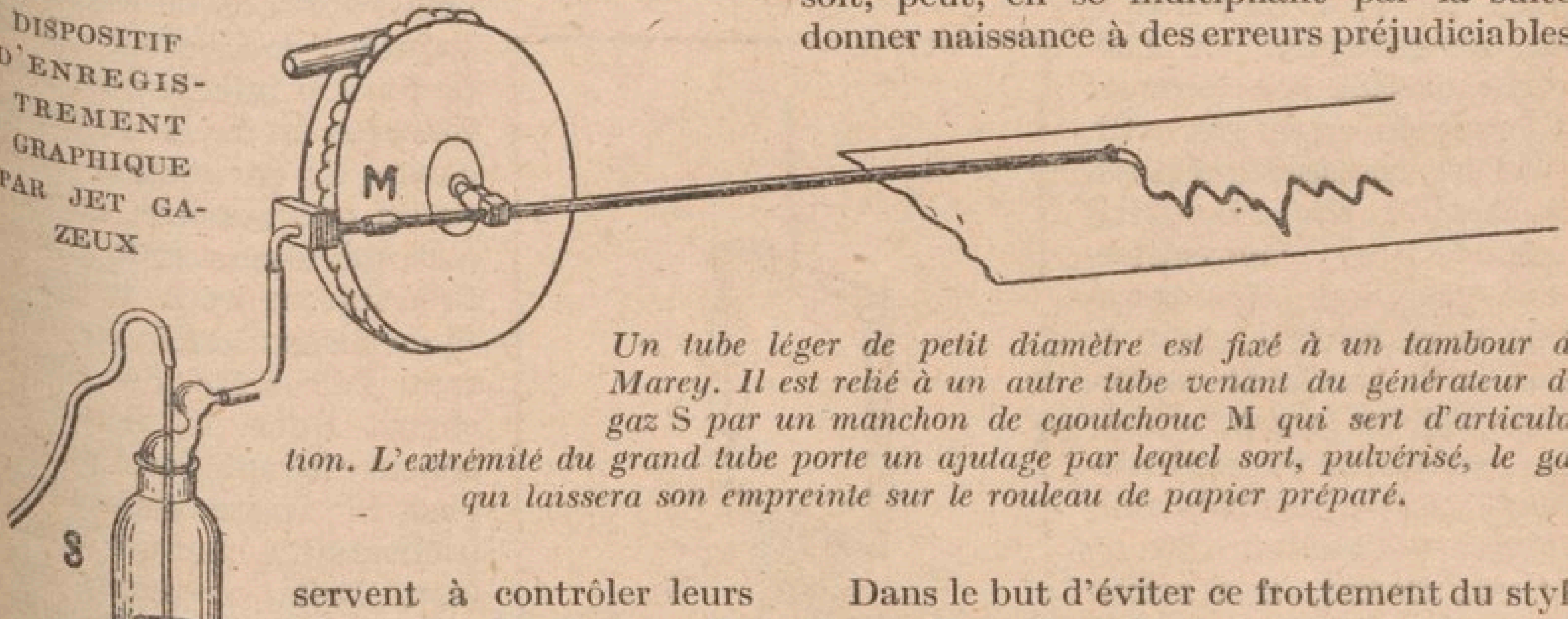
L'ENREGISTREMENT AUTOMATIQUE SANS CONTACT

Par Camille GERBER

Certaines expériences scientifiques ne tolèrent pas la plus petite inexactitude, l'écart le plus minime dans l'obtention mécanique des graphiques qui servent à contrôler leurs résultats. Réaliser cette exactitude complète, éviter ces écarts, qu'on pourrait supposer négligeables, est chose complètement impossible, car la perfection n'est pas de ce monde: toutefois, il était du devoir des savants quels qu'ils soient de chercher à s'en rapprocher le plus possible.

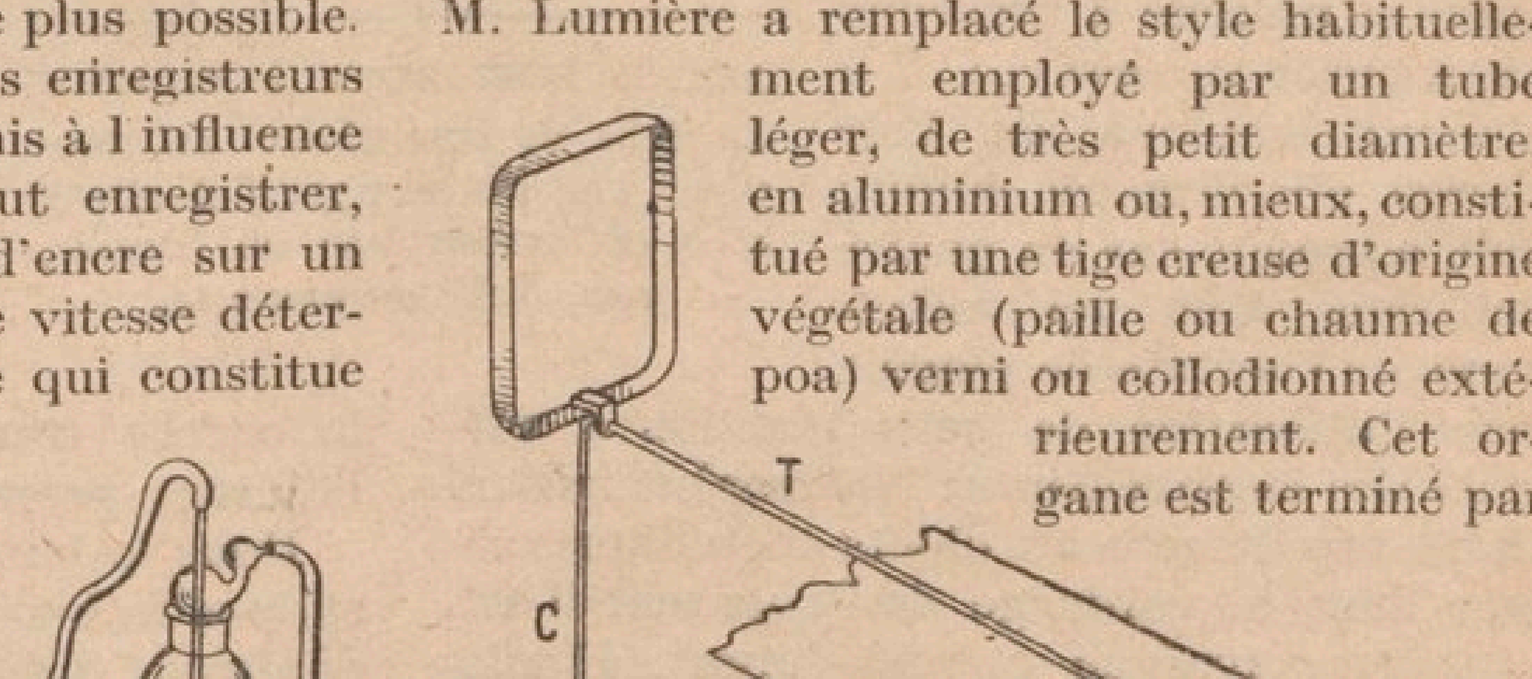
On connaît le dispositif des enregistreurs automatiques : un style, soumis à l'influence du mouvement que l'on veut enregistrer, promène sa pointe chargée d'encre sur un cylindre qui se déroule à une vitesse déterminée et y trace une courbe qui constitue le contrôle de l'expérience. Au lieu d'un style chargé d'encre, celui-ci peut être une simple pointe sèche qui se déplace sur une bande de papier enfumé et y inscrit les variations se rapportant à un phénomène physique ou physiologique. Dans l'un comme dans l'autre cas, il y a contact entre la pointe du style et le rouleau de papier, d'où frottement de celui-là sur celui-ci, et, par conséquent, inconvénient d'altérer dans une certaine mesure l'exactitude de la courbe. Or, une approximation, quelque insignifiante qu'elle soit, peut, en se multipliant par la suite, donner naissance à des erreurs préjudiciables

DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT GRAPHIQUE PAR JET GAZEUX



Un tube léger de petit diamètre est fixé à un tambour de Marey. Il est relié à un autre tube venant du générateur du gaz S par un manchon de caoutchouc M qui sert d'articulation. L'extrémité du grand tube porte un ajutage par lequel sort, pulvérisé, le gaz qui laissera son empreinte sur le rouleau de papier préparé.

Dans le but d'éviter ce frottement du style contre le rouleau de papier, qui peut constituer une imperfection, M. Louis Lumière a imaginé d'employer un jet de gaz réagissant chimiquement sur un papier convenablement préparé. Ce nouveau procédé a été présenté par M. Carpentier, au cours d'une des dernières réunions de l'Académie des sciences. M. Lumière a remplacé le style habituellement employé par un tube léger, de très petit diamètre, en aluminium ou, mieux, constitué par une tige creuse d'origine végétale (paille ou chaume de poa) verni ou collodionné extérieurement. Cet organe est terminé par



INSCRIPTION DES OSCILLATIONS D'UN CADRE GALVANIQUE

A la partie inférieure du cadre est fixé un tube coudé T sur lequel est monté l'ajutage inscripteur. Le fil de tension est remplacé par un tuyau de caoutchouc C, par lequel passe le gaz venant de la soufflerie.

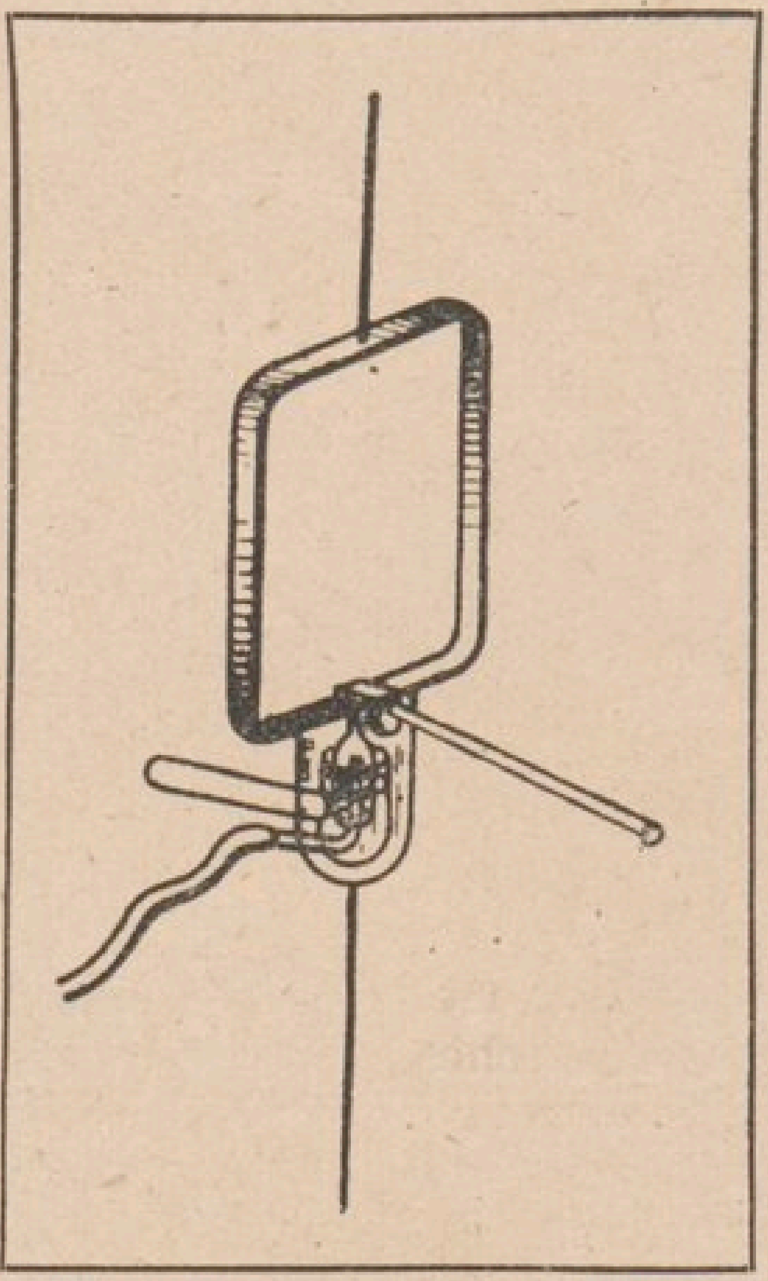
un ajutage très fin, recourbé, et ne touchant pas le papier destiné à recevoir l'inscription, mais s'en rapprochant le plus possible. Cet ajutage, par lequel passera le jet gazeux destiné à impressionner le papier, sera situé dans un plan perpendiculaire à l'axe du tube et incliné à environ 30 degrés sur la surface du papier. Le dispositif est complété par une soufflerie qui sert à la projection du gaz. Le tube qui porte l'ajutage, appliqué dans la figure ci-contre à un tambour de Marey, est oscillant. Il est relié à l'aide d'un petit manchon de caoutchouc mince *M*, qui sert d'articulation, au tube fixe venant de la soufflerie. Enfin, sur le trajet de l'air d'alimentation, on interpose un barboteur destiné à le charger de la vapeur ou du gaz actif.

Tel est, schématiquement, l'ensemble du dispositif imaginé pour l'enregistrement graphique des variations sans contact entre le style et la bande de papier. Pour projeter le gaz, la pression nécessaire est extrêmement faible (quelques millimètres de hauteur d'eau); par conséquent, la réaction dynamique du jet gazeux à la sortie du tube peut être considérée comme un facteur de quantité négligeable.

Pour le choix des matières à employer pour obtenir la trace de la courbe, M. Lumière a procédé à plusieurs expériences successives. Il a d'abord employé de l'air chargé d'hydrogène sulfuré qu'il a projeté sur du papier imprégné d'un sel métallique, de l'acétate de plomb; mais l'utilisation de cette réaction a présenté des inconvénients : l'hydrogène sulfuré altère rapidement les objets métalliques situés dans le voisinage de l'appareil; il est, en outre, toxique et malodorant. Finalement, après de nombreuses expériences, c'est l'action du gaz ammoniac sur un sel mercureux qui a convenu au but proposé, le sel paraissant satisfaire le mieux aux conditions requises étant l'acétate mercureux.

Pour préparer la bande à impressionner, on emploie du papier couché dont on imprègne la surface avec une solution à 10 % de nitrate mercureux contenant l'excès minimum possible d'acide nitrique nécessaire à l'obtention d'une solution limpide. Après dessiccation, on procède à une deuxième opération semblable avec une solution d'acétate de soude au même titre, et on laisse finalement sécher. Le papier ainsi préparé, il ne reste plus, pour l'utiliser, qu'à l'humidifier immédiatement avant son passage sous le jet inscripteur, ce que l'on obtient facilement par un laminage entre deux cylindres dont l'un est recouvert sur toute sa surface d'un tissu maintenu mouillé.

Une des figures de la page 319 est relative à l'inscription des oscillations d'un cadre galvanique. Celui-ci porte, fixé à sa partie inférieure, un tube d'aluminium ou de verre coudé *T*, sur lequel est monté l'ajutage inscripteur ; le fil de tension inférieur est remplacé par un tuyau de caoutchouc *C*, de section aussi petite que possible, servant à la fois à amener le gaz au tube traceur et à tendre le fil de suspension *F*, en utilisant l'élasticité du caoutchouc. Dans la figure ci-contre est représenté un dispositif à cloche minuscule et à obturation par un liquide (eau, huile, mercure) supprimant l'influence du tube de caoutchouc indiqué dans la figure précédente.



AUTRE DISPOSITIF A CLOCHE
Le tube de caoutchouc est remplacé par un dispositif à cloche et à obturation par un liquide, eau, huile ou mercure.

Suivant la vitesse et la teneur en réactif du jet d'air chargé de gaz ammoniac, on obtiendra soit un tracé filiforme comme dans la première figure, soit deux plages dont l'une reste blanche et l'autre devient noire, comme dans la deuxième figure, ces deux plages ayant pour limite commune la courbe tracée par les déplacements de l'ajutage projetant le gaz sur le papier.

Dans le but d'éviter le contact entre le style et la bande de papier, on a déjà essayé différents dispositifs; il en était un, entre autres, consistant à monter le style sur un support élastique qui, agissant comme un trembleur, donnait lieu à une trace constituée par une série de points très rapprochés l'un de l'autre. On peut aussi signaler l'essai suivant : le style, également monté sur trembleur, projette d'infimes gouttelettes d'encre. Mais le dispositif imaginé par M. Lumière est incontestablement une solution plus élégante du problème. CAMILLE GERBER.

UNE BASCULE PUISSANTE PEUT FAIRE UNE SEULE PESÉE D'UNE LOCOMOTIVE ET DE SON TENDER

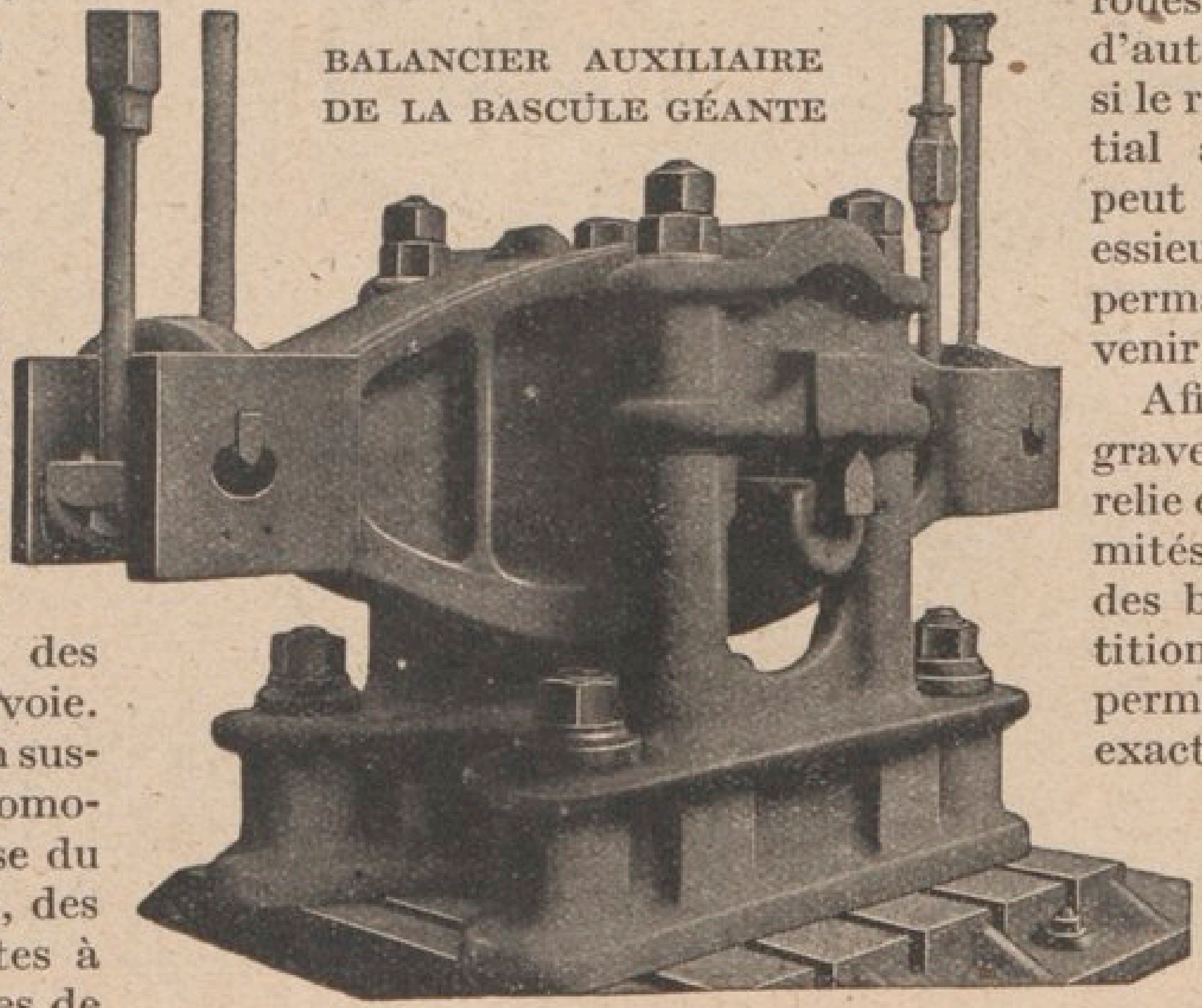
Par Maurice FRÉVILLE

Le châssis d'une locomotive et tous les organes qui y sont fixés, tels que les cylindres, la chaudière, le foyer, etc., reposent sur les boîtes à huile des essieux par l'intermédiaire de ressorts longitudinaux, à lames d'acier peu flexibles, et de dispositifs accessoires qui atténuent l'action des chocs dus aux inégalités des voies, tout en permettant la répartition exacte de la charge sur chaque roue.

Si peu flexibles que soient ces ressorts de suspension, ils n'en sont pas moins indispensables à la bonne conservation des organes des locomotives et des éléments de la voie.

La charge non suspendue des locomotives se compose du poids des roues, des essieux, des boîtes à huile et des tiges de pression, auquel s'ajoute une fraction importante du poids des bielles motrices et d'accouplement.

BALANCIER AUXILIAIRE DE LA BASCULE GÉANTE



Comme le montre cette photographie, le couteau a son tranchant orienté vers le haut, à l'inverse de celui des grands balanciers principaux, dont les couteaux ont leurs arêtes dirigées vers le bas.

Bien que le poids non suspendu ait sur les voies une action intense de destruction, on ne peut le réduire que dans une proportion très faible, limitée par des considérations de sécurité qui priment toutes les autres. Si l'on considère une machine compound moderne à boggie, type « Pacific », comportant trois essieux moteurs et trois essieux porteurs, le poids non suspendu peut, dans ce cas, dépasser notablement 16.000 kilogrammes.

La répartition du poids du châssis entre les essieux est déterminée à l'avance sur les dessins, et, par conséquent, à l'état « statique ». Elle se modifie constamment pendant la marche, suivant que les inégalités de la voie provoquent le soulèvement de tel ou tel essieu et la compression du ressort correspondant. Il en résulte sur cet essieu une surcharge brusque qui peut dépasser 6.000 kilogrammes, tandis que les autres roues sont déchargées d'autant. D'autre part, si le réglage statique initial a été mal fait, il peut exister sur un des essieux une surcharge permanente pouvant devenir très dangereuse.

Afin d'obvier à ces graves inconvénients, on relie entre elles les extrémités des ressorts par des balanciers de répartition longitudinaux qui permettent de régler exactement, à l'atelier ou au dépôt, la charge de chaque essieu sans avoir à craindre de fréquents déréglages pendant le service.

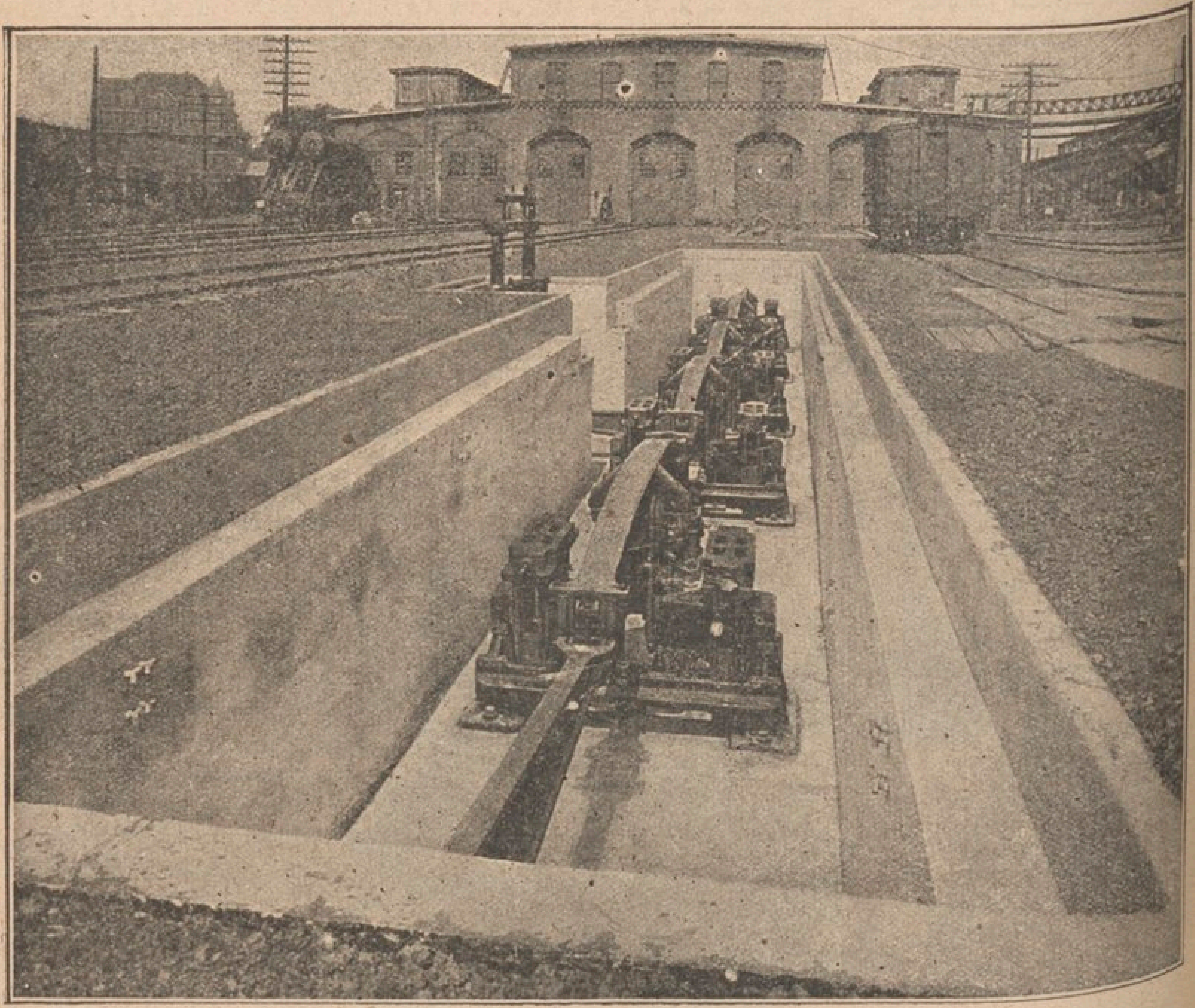
Les balanciers de répartition sont surtout indispensables pour les locomotives destinées aux pays neufs et aux colonies où les voies sont dures et généralement fort médiocres. Cette remarque s'applique aussi aux contrées septentrionales où les plateformes des voies sont gelées pendant une grande partie de l'année.

Il est donc indispensable que les ateliers et les principaux dépôts de locomotives possèdent les instruments de pesage nécessaires pour effectuer le réglage du poids supporté par chacun des essieux et pour procéder commodément à de fréquentes vérifications.

On se sert, à cet effet, de ponts-bascules dont les tabliers indépendants possèdent chacun un appareil de pesage très sensible. Pour peser une locomotive avec le plus d'exactitude possible, il faut donc disposer d'un pont à plusieurs tabliers indépendants.

Le poids d'une locomotive double articulée Mallet (0-6-6-0) atteint 160.000 kilogrammes, poids entièrement supporté par succès le problème assez complexe de la pesée rapide et précise des lourdes charges.

En effet, dès l'année 1856, on s'était préoccupé, au delà de l'Atlantique, d'organiser dans les gares des appareils de pesage à leviers suspendus permettant de peser les wagons; des brevets relatifs à ces bascules furent délivrés, cette année-là à Lea Pusey et en 1857, à Thaddeus Fairbanks.



LA FOSSE EN CIMENT QUI ABRITE LE MÉCANISME DE LA BASCULE

C'est dans son dépôt de locomotives de West Albany (N.-Y.) que la Compagnie américaine du New-York Central and Hudson River Co a fait installer cette bascule géante absolument unique au monde ; elle est du type Fairbanks et son pont a 33 mètres de longueur.

les six roues motrices dont chaque essieu est donc chargé de 25.000 kilogrammes. Les trois essieux moteurs des machines « Pacific » du Delaware Lackawanna et Western Railroad (Etats-Unis), portent chacun 30.000 kilogrammes. On voit donc de quelle importance est la question de surveillance du réglage de ces charges et du maintien exact de la répartition initiale, car un déréglage de 5 % représente 1.500 kilogrammes de surcharge.

Les Etats-Unis étaient mieux préparés qu'aucun autre pays pour aborder avec

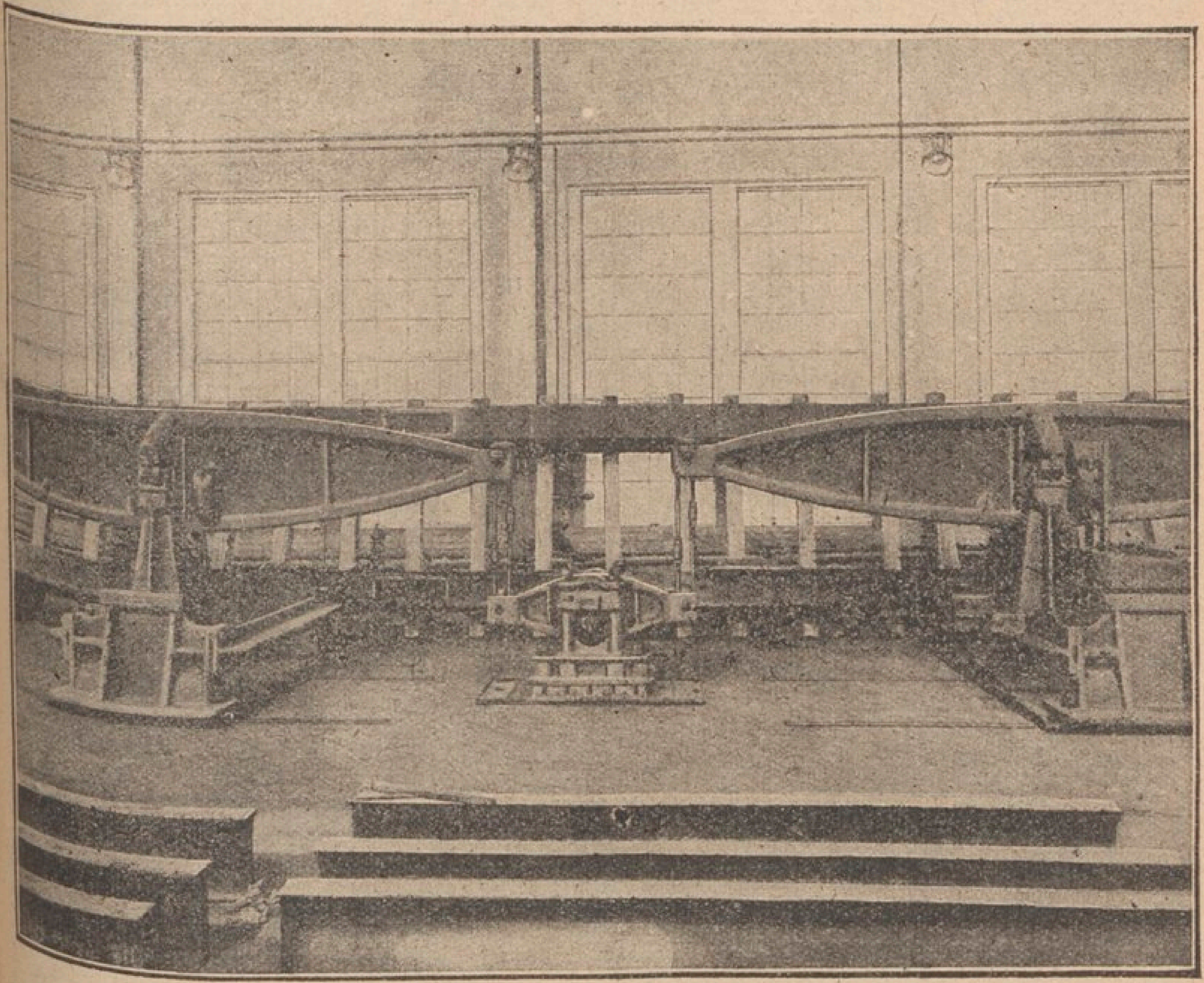
Au cours de l'année 1906, de nombreux actes de fraudes ayant été découverts, une loi Hepburn rendit la compagnie expéditrice responsable du poids constaté à l'arrivée de tout wagon dans la gare destinataire. En 1912, la Commission Commerciale Fédérale procéda, au sujet de la même question, à une enquête extrêmement minutieuse.

Tant que le matériel en bois fut seul en service, les plus puissants ponts bascules n'admettaient guère de charges supérieures à 30.000 kilos. L'avènement des wagons en

acier marqua le début d'une ère de perfectionnements considérables dans la construction des bascules de gares. Les plates-formes de support des rails furent désormais constituées par des profilés d'acier hauts de 385 millimètres, ce qui permit d'établir des appareils susceptibles de recevoir des véhicules pesant jusqu'à 80.000 kilos, chargement compris.

L'emploi de métaux à haute résistance fournit le moyen d'adopter des rapports de leviers très élevés variant de 5 à 16, et l'on peut ainsi peser avec précision une charge de 136.000 kilos avec un simple poids mobile de 11 kilos seulement, très facile à déplacer.

En Europe, les essieux de locomotives n'avaient eu à supporter, jusqu'ici, qu'exceptionnellement, des charges supérieures à 7.500 kilos par roue. Le problème de la vérification de la répartition des poids suspendus n'avait donc donné lieu qu'à des difficultés d'ordre très ordinaire. Le dispositif le plus employé dans les ateliers et dans les grands dépôts, consistait généralement en une série de balances mobiles que l'on soumettait à l'action simultanée des roues à vérifier. Depuis quelques années, l'introduction de machines très puissantes, imitées des modèles américains, a conduit les ingénieurs européens à admettre des charges par essieux dépassant notablement les chiffres précédents et se rapprochant de ceux que l'on constate sur les « Pacific » (4-6-2), dont nous avons parlé un peu plus haut. Le problème du pont bascule répartiteur à grande puissance s'est donc aussi posé chez nous.



AGENCEMENT DES COUTEAUX ET DES LEVIERS DE LA BASCULE GÉANTE

Chaque balancier reposant sur une paire de couteaux d'acier trempé, est relié au suivant par l'intermédiaire de « chandelles » verticales articulées aux extrémités d'un petit balancier auxiliaire. La photo ci-dessus représente une portion d'une grande bascule en montage dans l'atelier du constructeur.

Les photographies qui illustrent cet article représentent la plus colossale des bascules de répartition qui existent actuellement aux Etats-Unis. Elle a été établie par la maison Fairbanks, de Chicago, dans le dépôt des locomotives d'Albany, pour le compte de la Compagnie des Chemins de fer New-York Central & Hudson River. Le programme imposé aux constructeurs était la réalisation

d'un appareil monstre pouvant recevoir les locomotives des plus forts modèles avec leurs tenders, y compris les machines doubles et triples articulées à 16 et à 24 roues du système Mallet (2-8-8-2 et 2-8-8-8-2).

Cette condition entraînait l'établissement d'une fosse de proportions inusitées, longue de 35 mètres et large de 5 mètres environ.

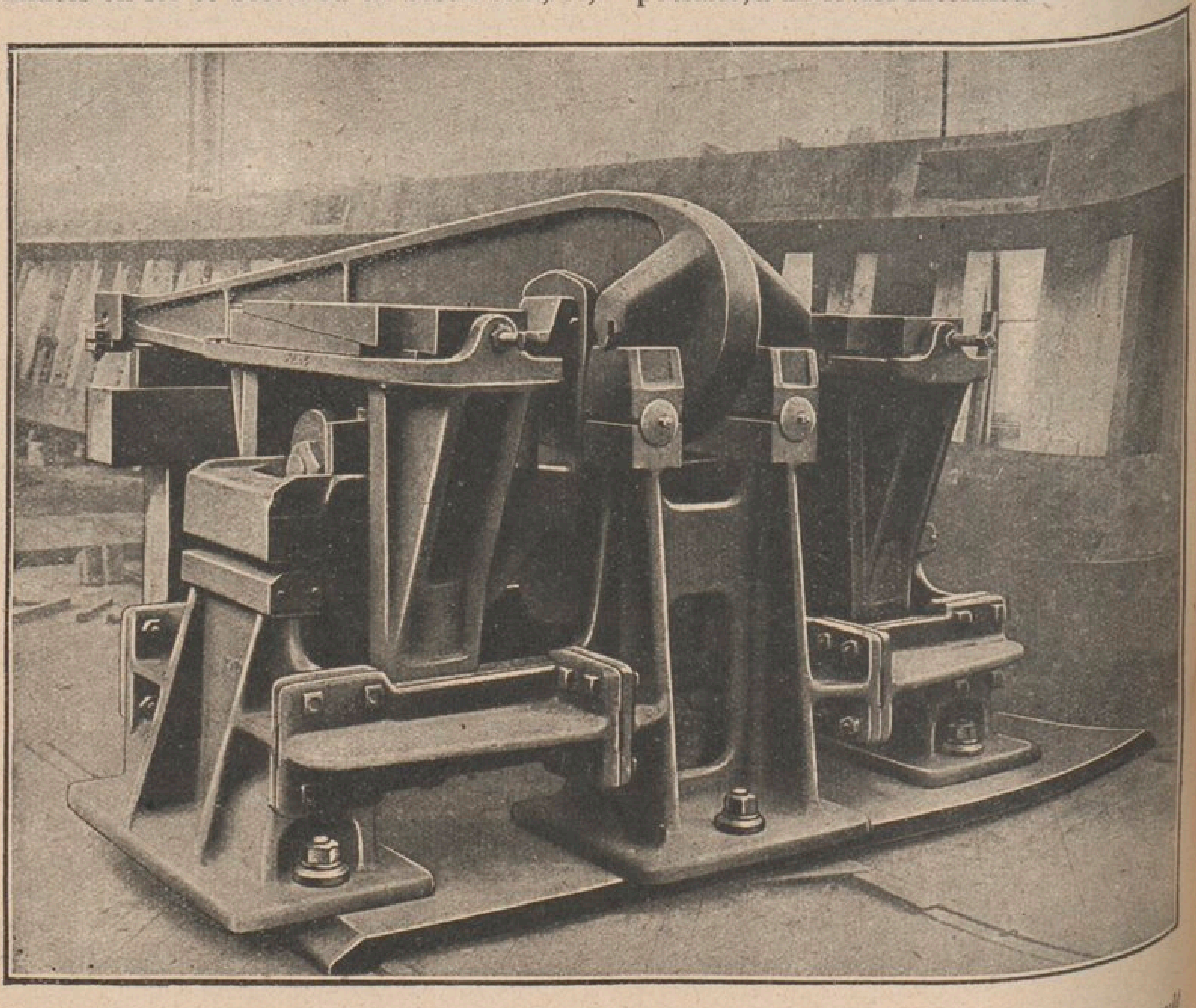
La solidité inébranlable du sol est le point de départ d'une installation de ce genre, car le fond de la fosse doit supporter, outre le poids considérable de la charge, qui doit pouvoir atteindre 825.000 kilogrammes, celui non moins énorme de la bascule et de la plateforme supportant la voie de circulation sur le pont des locomotives à vérifier,

Le béton armé trouve ici une très heureuse application, mais on doit également battre dans le sol du radier, des pilotis de bois rendus imputrescibles par un traitement chimique. On emploie beaucoup actuellement, dans les cas de ce genre, les pieux mixtes en fer et béton ou en béton seul, et, en général, tous les moyens connus pour durcir la terre en profondeur. En effet, toute flexion du plafond de la fosse serait désastreuse pour la précision de l'appareil, que l'on serait obligé de relever et de reconstruire presque entièrement en cas d'accident.

Une fois que les fondations ont été reconnues d'une solidité à toute épreuve, on peut continuer la construction complète de la fosse, dont la profondeur atteint plusieurs mètres et dont les murs, très épais, doivent être aussi rigides et aussi étanches que ceux d'un bassin de radoub de grandes dimensions.

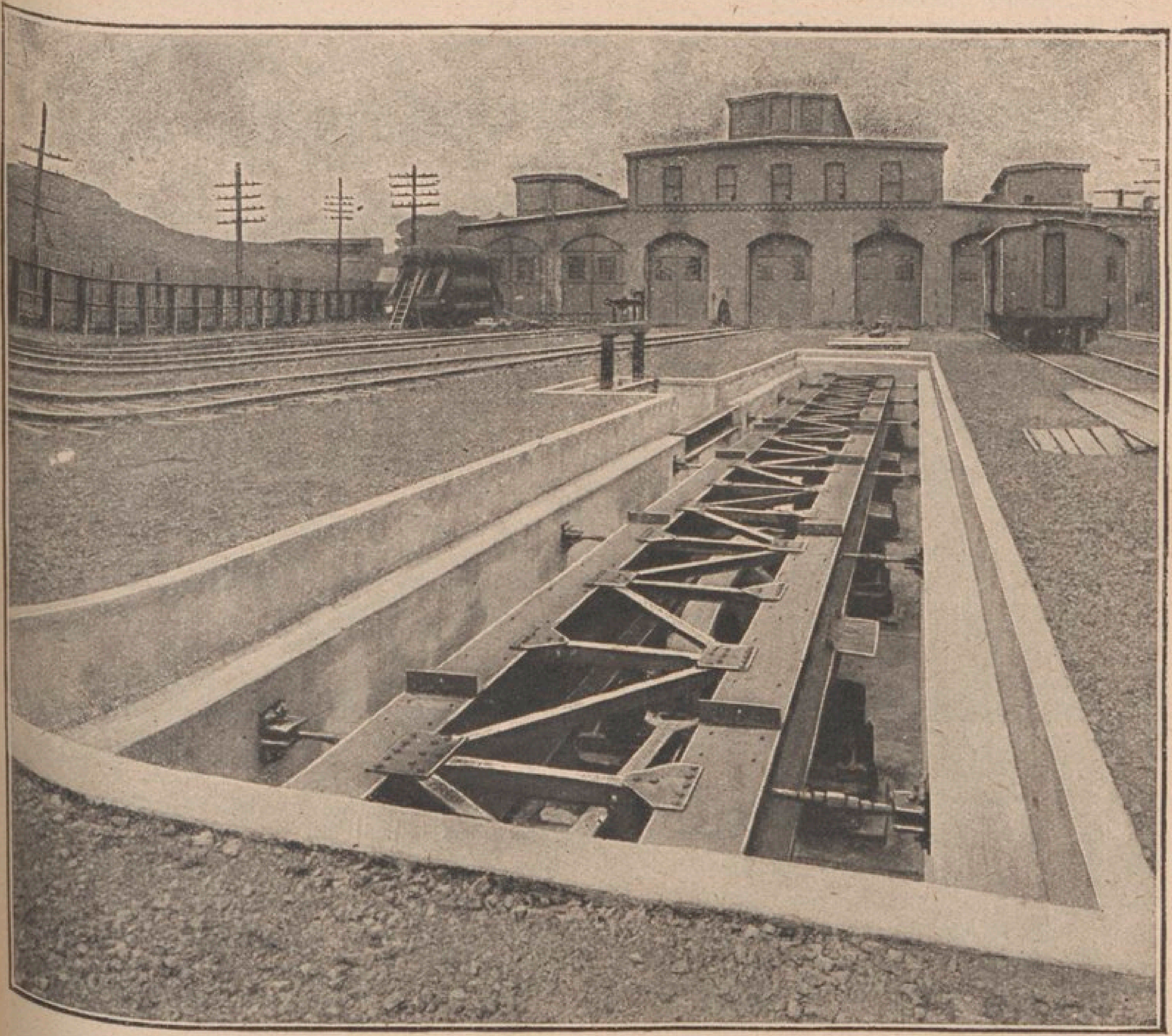
L'ensemble du pont bascule d'Albany comporte six sections indépendantes pouvant supporter chacune une charge d'environ 137.000 kilogrammes, soit 825.000 kilogrammes en tout suivant le programme.

La difficulté consistait à réaliser des leviers métalliques très sensibles suspendus sur couteaux et cependant assez résistants pour transmettre leur charge, sans aucune flexion possible, à un levier intermédiaire communi-



VUE D'UN LEVIER ISOLÉ D'UNE BASCULE A LOCOMOTIVES

La bascule que représente notre figure de la page 322 comporte cinq leviers semblables en acier moulé qui peuvent recevoir chacun une charge de 137 tonnes, soit un total de 684 tonnes. Le dernier levier est relié à un système de pesée qui peut aussi admettre une charge de 137 tonnes, ce qui donne 822.000 kilogrammes pour l'ensemble de l'appareil comme l'exigeait le sévère programme du client.



INSTALLATION SUPÉRIEURE DE LA FOSSE RENFERMANT LA BASCULE

L'excavation où est logé le gigantesque instrument de pesage mesure 40 mètres de long sur 5 mètres de large. Sur les deux poutres longitudinales en acier seront posés, pour achever l'installation, les traverses supportant les rails sur lesquels circulent les locomotives à peser. La bascule peut recevoir, avec leur tender, les locomotives Mallet à douze roues accouplées en service sur le New-York Central.

quant seul avec l'appareil de pesée unique installé extérieurement au milieu du tablier.

Les leviers sont des pièces d'acier moulé au manganèse, auxquelles de très fortes nervures venues de fonderie confèrent une rigidité parfaite, même en cas de surcharge.

Les couteaux, également en acier spécial extra dur, reposent sur des surfaces trempées à mort, afin d'éviter toute usure et tout fléchissement au moment de la mise en charge et pendant la pesée qui peut être longue.

La pression par centimètre de longueur des couteaux atteint 140 kilogrammes; dans ces conditions et malgré cela, le pont bascule d'Albany a donné en service des résultats qui ont déterminé le Virginian Railroad à commander un engin similaire destiné à la répartition des poids supportés par les essieux de ses puissantes locomotives Mallet nouvellement livrées (2-8-8-2 et 2-10-10-2).

L'emploi de plus en plus fréquent des locomotives articulées et des machines lourdes des types Mikado, Pacific, etc., va donc exiger l'établissement de nombreuses bascules de réglage à grande puissance dans les principaux dépôts et aussi dans les ateliers appartenant soit aux constructeurs, soit aux principales compagnies de chemins de fer.

Pour le transport des rails, des pièces de ponts et des combustibles minéraux, on utilise de très nombreux wagons spéciaux de 50 à 60 tonnes de capacité, dont la mise en service a exigé l'installation de tout un service confié à un personnel spécial pour la construction et l'entretien des grosses bascules. Le Pensylvania Railroad notamment s'est engagé depuis longtemps dans cette voie et ses wagons à minéraux atteignent presque le poids d'une locomotive européenne.

Maurice Fréville

UN AVERTISSEUR DE PLUIE ÉLECTRIQUE

On sait que le pluviomètre est un instrument qui permet de mesurer la quantité de pluie tombée pendant un temps donné ; l'appareil décrit ici n'est donc pas un pluviomètre à proprement parler, puisqu'il est simplement destiné à actionner une sonnerie électrique au moment où tombent les premières gouttes d'eau. C'est, en réalité, un appareil avertisseur qui est intéressant par l'extrême simplicité de sa construction et la régularité de son fonctionnement, ainsi qu'on pourra en juger :

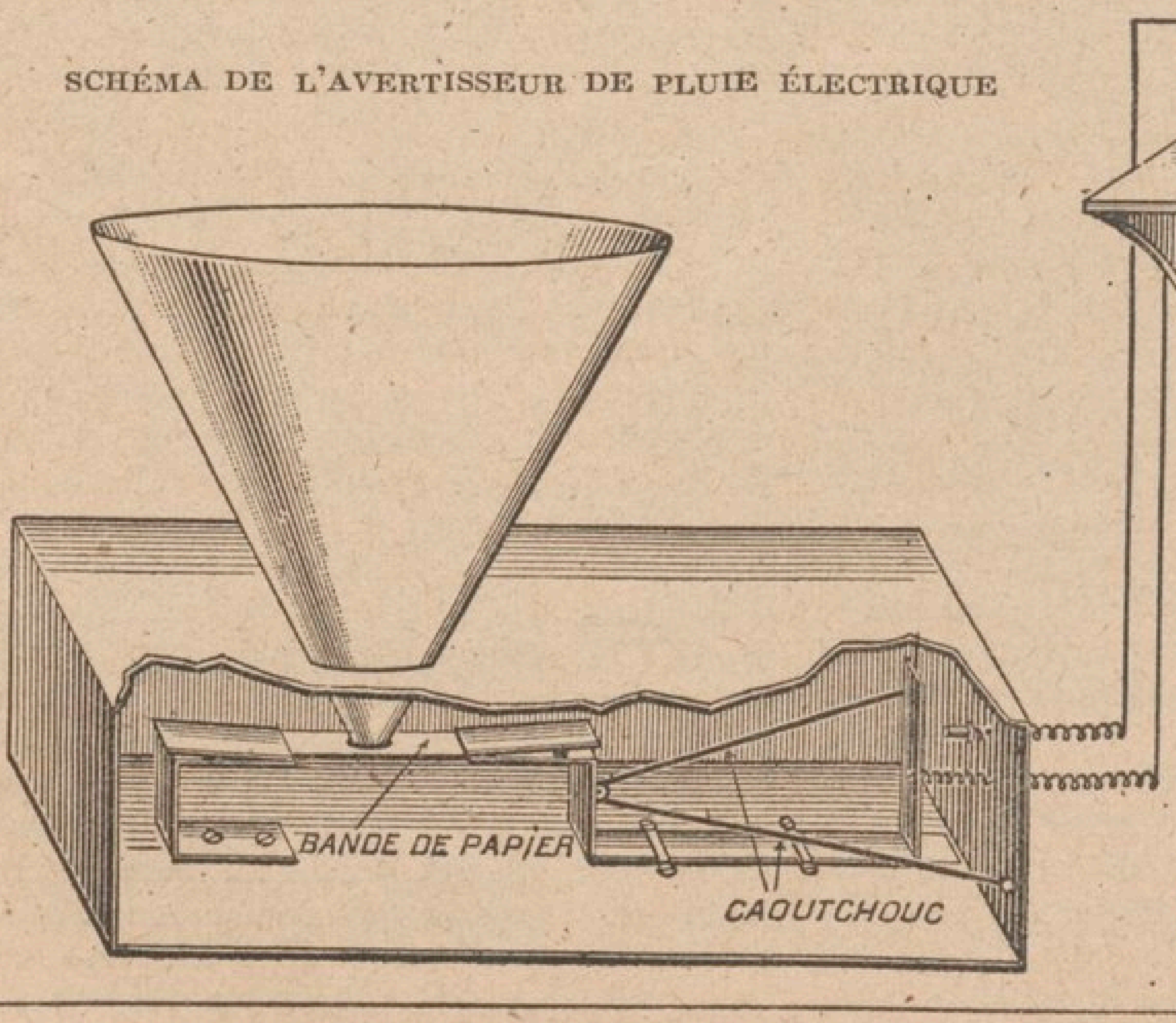
Il se compose d'une boîte renfermant le dispositif essentiel, d'un large entonnoir de zinc ou de fer blanc et d'une batterie de piles sèches reliée à une sonnerie électrique. Le couvercle de la boîte est pourvu d'un trou dans lequel repose l'extrémité inférieure de l'entonnoir ; l'orifice de celui-ci est placé à quelques millimètres d'une bande de papier dont chacun des bouts est maintenu par une pince métallique. La pince de gauche est solidaire d'un support fixé sur le fond de la boîte ; celle de droite, au contraire, est disposée sur une tige mobile pouvant se déplacer, d'avant en arrière, ou inversement, de deux à trois centimètres. La tension de la bande de papier est assurée par deux ressorts de caoutchouc dont la disposition est indiquée par la figure schématique ci-dessous.

Le fonctionnement de l'appareil est le suivant : dès que la pluie commence à tomber, l'entonnoir en recueille une certaine quantité ; les gouttes d'eau suivent les parois de cet entonnoir et se déposent sur la bande de papier qu'elles imbibent très rapidement. La pâte dont est faite le papier ne tarde pas à se désagréger au point que celui-ci n'est plus assez solide pour résister à la tension des ressorts de caoutchouc. Il se rompt et la tige coulissante étant ramenée en arrière, touche un contact placé à l'extrémité de la boîte. Ce contact assure la fermeture d'un circuit électrique sur lequel est intercalée une sonnerie qui retentit à l'endroit où l'on désire être prévenu de la chute de pluie.

Les supports, les pinces et la tige coulissante sont en cuivre. Quant au papier, il doit être, naturellement, spongieux (du papier buvard, par exemple) afin que les premières gouttes d'eau par lesquelles il est touché aient sur lui une action aussi rapide que possible.

L'appareil peut être placé dans un parc, un champ ou un jardin, très loin de l'habitation et relié à celle-ci par les fils électriques qui commandent la sonnerie d'avertissement.

SCHÉMA DE L'AVERTISSEUR DE PLUIE ÉLECTRIQUE



Cet appareil, de construction extrêmement simple, permet d'être avisé d'une chute de pluie se produisant à une distance qui peut être très éloignée du point où l'on se trouve.

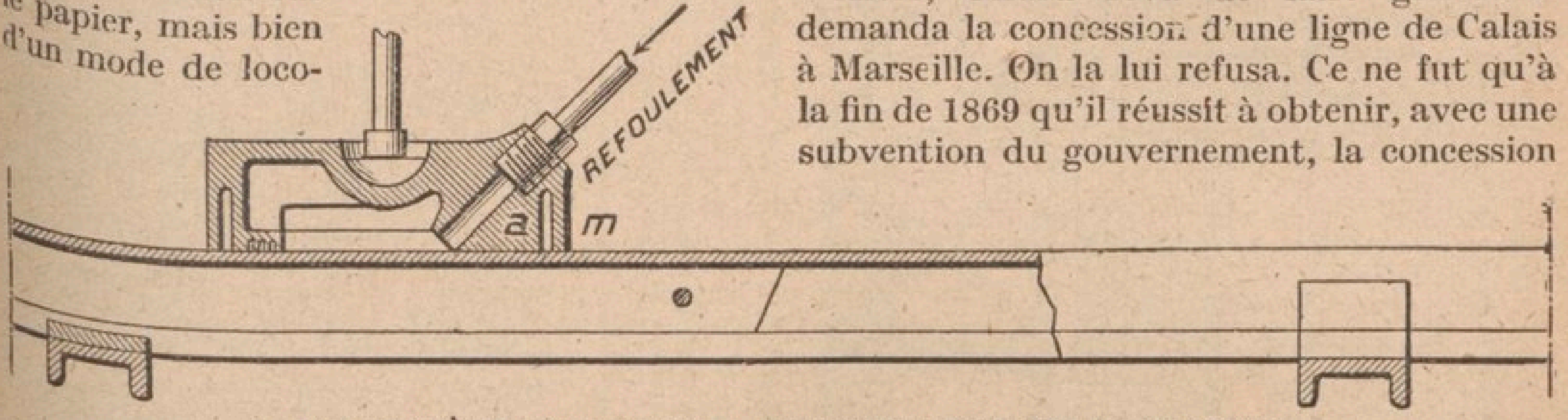
LES CHEMINS DE FER GLISSANTS

Par Gustave GOMBOUST

La réfection des chemins de fer dans les pays dévastés par l'ennemi, la recherche de l'économie de combustibles dans la traction des trains sur voies ferrées, ont remis à l'ordre du jour la très intéressante question des chemins de fer glissants.

Elle n'est pas nouvelle, et elle a donné lieu, déjà, à bien des recherches, à bien des études et à des calculs précis de la part d'éminents ingénieurs et spécialistes, et des expériences plus ou moins concluantes ont été faites sur une échelle réduite.

Car, qu'on le sache bien, il ne s'agit pas là d'une idée en l'air, d'un vague projet, d'une invention sur le papier, mais bien d'un mode de locomotion essayé déjà. Quoique presque inconnu du public, le chemin de fer glissant a, en effet, été construit, il a existé et il a fonctionné. Son exploitation n'a pu, il est vrai, être entreprise jusqu'ici pour des raisons indépendantes de la valeur propre du procédé.



PATIN SYSTÈME MANIGUET A REFOULEMENT ET ASPIRATION

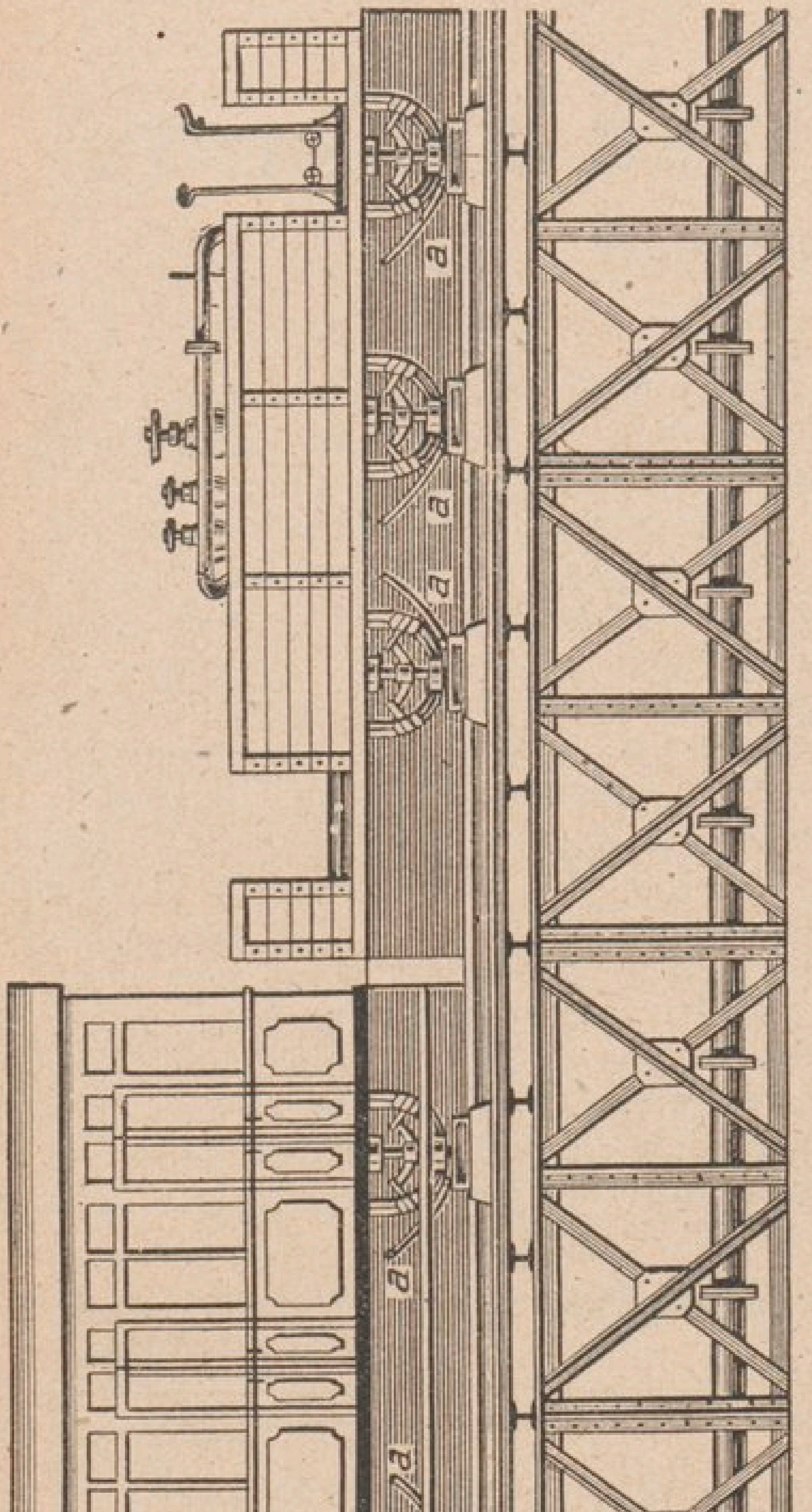
Vue en coupe longitudinale avec coupe partielle du rail sur lequel il glisse et d'une traverse le supportant. a, tube refoulant l'eau dans la cavité centrale; m, chambre ou rainure concentrique où se produit l'aspiration.

Il fut inventé par L.-D. Girard, un ingénieur de grand mérite, qui perfectionna divers appareils hydrauliques, et qui, notamment, construisit la turbine qui porte son nom. Dès l'année 1852, il proposait de remplacer, dans les chemins de fer ordinaires, la traction à vapeur par la propulsion hydraulique, laquelle était réalisée au moyen de puissants jets d'eau lancés par des ajutages placés de distance en distance sur la voie et actionnant une turbine fixée sous les wagons. Deux ans plus tard, il concevait l'idée de remplacer les roues et les essieux des voitures par des patins glissant sur des rails dressés; il supprimait totalement le frottement qui devait se développer entre ceux-ci et ceux-là en interposant ingénieusement entre eux un fluide sous pression.

L'air comprimé, qu'il employa d'abord, fut remplacé par l'eau sous pression. Il construisit alors, dans sa propriété de la Jonchère, près Paris, un chemin de fer sans roues ni locomotive, qui était mis en mouvement par des jets d'eau sous pression, et qui glissait sur une mince couche d'eau interposée entre le rail et le patin supportant le wagon. Ce chemin de fer fonctionna fort bien, ainsi qu'on l'a dit plus haut, et il transporta des personnes, en nombre, il est vrai, limité.

Alors, Girard rêva de faire grand. Il demanda la concession d'une ligne de Calais à Marseille. On la lui refusa. Ce ne fut qu'à la fin de 1869 qu'il réussit à obtenir, avec une subvention du gouvernement, la concession d'une petite ligne de Paris à Argenteuil devant partir de l'ancien palais de l'Industrie, et passer par Longchamps et Suresnes. Mais la guerre de 1870 survint, l'installation de la Jonchère fut ruinée par les Allemands et Girard fut tué. Quinze ans plus tard, l'idée fut reprise par un ingénieur, M. Barre, qui, modifiant le type primitif, créa un dispositif nouveau, lequel figura, non sans succès, à l'Exposition universelle de 1889 comme spécimen de métropolitain aérien.

Le principe du chemin de fer glissant peut être aisément compris si l'on se représente une caisse pleine d'eau à fond plat reposant sur un sol également plat et bien dressé ; si l'on perce des trous dans le fond, et si l'on exerce sur l'eau une forte pression, celle-ci, pour s'échapper par les trous et trouver une issue vers l'extérieur, soulèvera le fond du récipient qui ne reposera plus sur le sol que par l'intermédiaire de la couche d'eau qui



VUE EN ÉLÉVATION D'UN TRAIN DE CHEMIN DE FER, SYSTÈME GIRARD, A PROPULSION HYDRAULIQUE

La plaque du garde de côté, au bas du deuxième wagon, est supposée enlevée pour montrer la turbine horizontale et l'ajutage lançant sur les aubes le jet d'eau donnant la propulsion. — a, a, tubes refoulant dans les patins l'eau provenant du réservoir de pression ; b, l'un des ajutages branché sur la conduite d'eau sous pression établie sur toute la longueur de la voie.

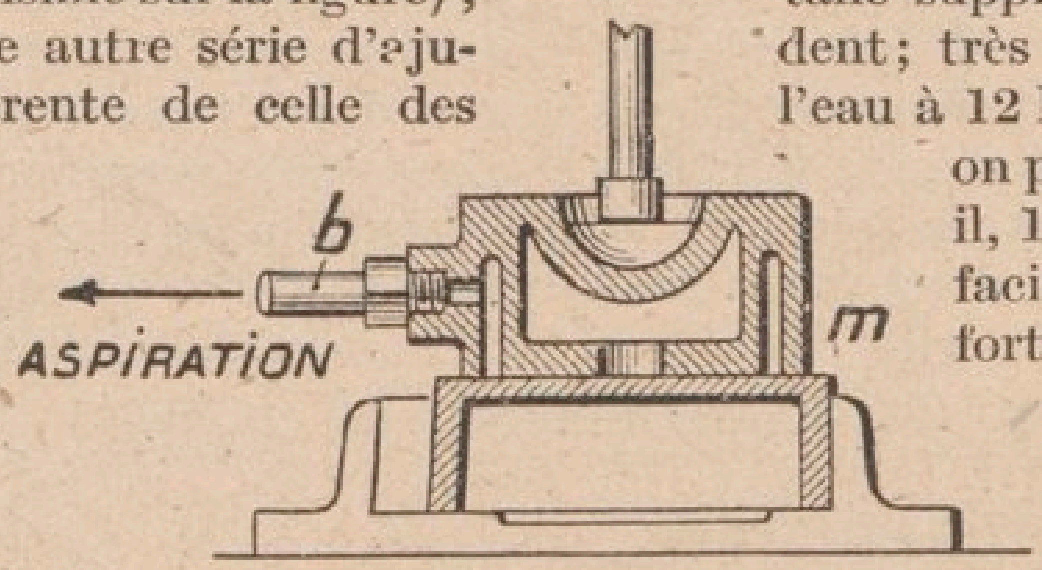
s'échappera ; dans cet état, l'effort nécessaire pour mettre le récipient en mouvement ne dépasse pas le millième ou même le demi-millième de son poids. Tel est le patin de Girard, qui, primitivement, était plat, en forme de boîte renversée (ouverte en dessous et fermée en dessus) avec cavité centrale rectangulaire entourée de cannelures successives, formant compartiments quadrangulaires et ralentissant la sortie de l'eau : refoulée dans la cavité centrale, elle soulevait le patin qui flottait alors sur la couche liquide et s'échappait en jaillissant du pourtour de ce patin, la face supérieure des rails étant rabotée et polie avec soin.

La lame liquide avait une épaisseur d'un demi à trois quarts de millimètre, et, quand la pression de l'eau n'était pas exagérée, la dépense de liquide n'excédait pas un litre par tonne de charge et par seconde, quelle que fût la vitesse du train. Sur cette nappe, la résistance à l'avancement du train était si faible qu'un enfant d'une dizaine d'années pouvait facilement manœuvrer un wagon ; un effort d'un demi-kilogramme suffisait en effet pour faire mouvoir dans ces conditions une tonne.

La turbine rectiligne, ayant l'apparence d'une espèce de crémaillère placée sous les wagons, lesquels étaient constitués par de simples plates-formes sans roues ni essieux, se composait de réceptrices courbes ayant la forme demi-cylindrique à génératrice verticale, comprises entre deux bandes de fer horizontales qui en limitaient les hauteurs, et chaque élément, par suite du mouvement du train, venait se présenter en regard d'ajutages communiquant avec des conduites d'eau sous pression placées sur toute la longueur de la voie et dans son axe. Chacun de ces ajutages s'ouvrait au passage des trains au moyen d'un butoir en forme de plan incliné placé sur le premier wagon, et lançait

sur les aubes une colonne d'eau horizontale qui poussait le train en avant ; il se refermait par un mouvement inverse produit par un autre butoir placé sur le dernier wagon. Une autre turbine, disposée symétriquement et parallèlement à l'axe longitudinal, comme la première, mais ayant les aubes tournées dans un sens opposé, servait pour la marche en arrière (elle n'est pas visible sur la figure) ; l'eau lui arrivait par une autre série d'ajutages de direction différente de celle des précédents. Un système de tringles et de leviers, placés sur le tender et mus par le conducteur du train, permettait, aux arrêts, la fermeture des ajutages ouverts, et aux départs, l'ouverture des ajutages, pour la marche avant ou la marche arrière, suivant la direction à prendre. Il était indispensable que la longueur du convoi fût plus grande que la distance entre deux ajutages consécutifs afin que, lorsqu'un propulseur cessait de fonctionner, le suivant fût ouvert et actionnât le train. L'eau s'échappant des patins et celle tombant des aubes de la turbine était ramenée par un caniveau collecteur, régnant sur toute la longueur de la voie, aux pompes de compression placées aux points les plus bas du profil du réseau. (Une partie de l'eau provenant de la turbine pénétrait dans le train pour l'alimentation des patins). Pour produire l'arrêt, il suffisait de fermer un robinet placé sur le tender; on supprimait ainsi la couche d'eau interposée entre les rails et les patins de tous les wagons. Ceux-ci venaient alors reposer doucement sur les rails et formaient un frein tellement puissant qu'il pouvait déterminer l'arrêt sur des pentes de 0 m. 45 par mètre. L'adhérence des patins aux rails était tout à fait remarquable.

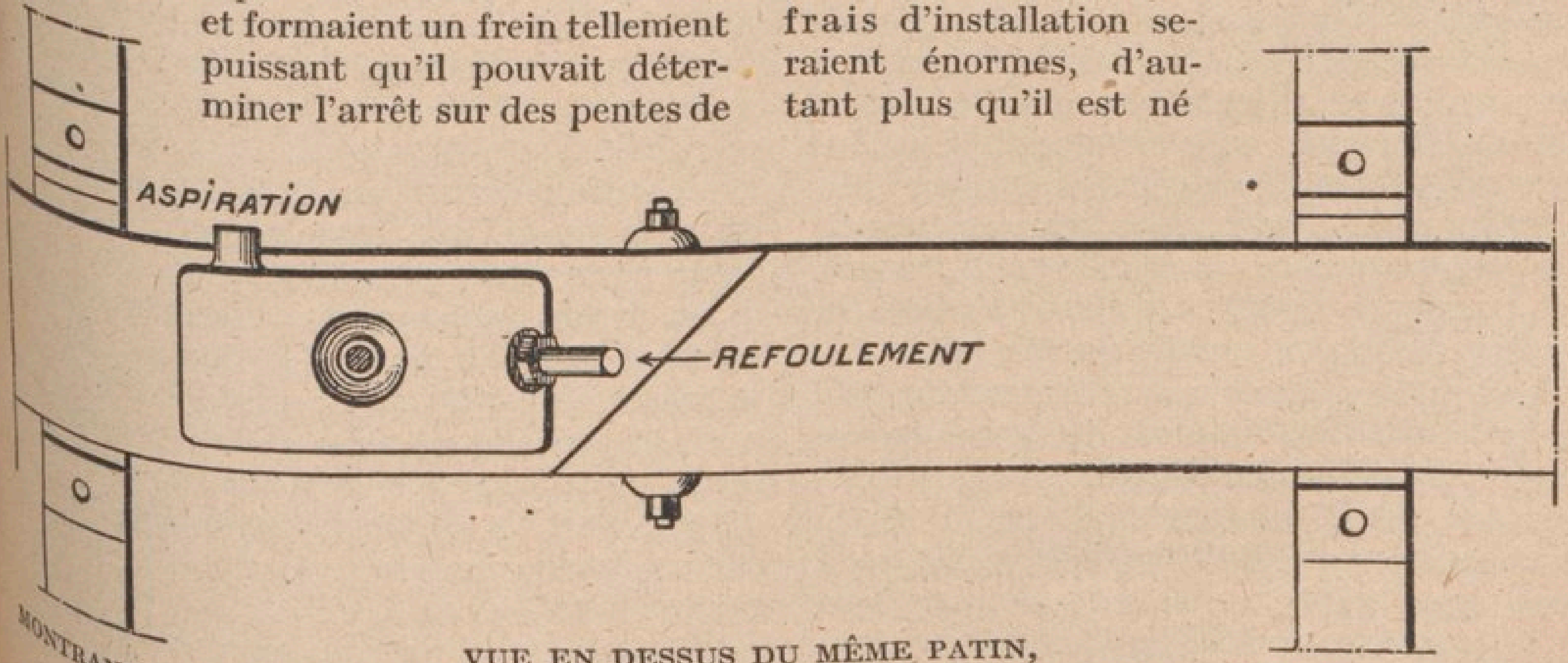
Les avantages du système, au dire de l'inventeur, étaient considérables : absence de trépidation et de mouvement de lacet, douceur du transport comparable à celui d'un traîneau glissant sur la glace; pas de bruit, pas de poussière, arrêt presque instantané supprimant des causes d'accident; très grande vitesse (avec de l'eau à 12 kilogrammes de pression, on pouvait atteindre, paraît-il, 120 kilomètres à l'heure); facilité de gravir les plus fortes rampes (par conséquent, plus ou presque plus de tunnels, le tracé pouvant épouser tous les accidents du terrain); légèreté du matériel, et, par suite, légèreté des ponts et autres travaux d'art; frais de traction pour ainsi dire nuls quand on peut utiliser des chutes d'eau, et considérablement réduits quand, à défaut de chute d'eau, on est obligé d'employer à la propulsion des machines à vapeur fixes (l'économie de combustible serait, paraît-il, de 94 %, si l'on considère la propulsion seule).



COUPE TRANSVERSALE DU PATIN SYSTÈME MANIGUET ET DU RAIL ASSUJETTI DANS SA TRAVERSE

b, *tube d'aspiration de la rainure concentrique* m. *(Voir la figure de la page 327).*

Ces avantages sont, il faut le dire, en partie réels, en partie fictifs, et ils sont balancés par de sérieux inconvénients. D'abord, le rendement, en propulsion, est faible, il s'élève à peine à 20 % du travail moteur ; si le système peut, dans certains cas, être installé avec quelque profit dans les pays de montagnes possédant des chutes d'eau naturelles qui peuvent produire à elles seules toute la propulsion, il n'en est pas de même dans les pays plats (où, d'ailleurs, les frais d'installation seraient énormes, d'autant plus qu'il est né

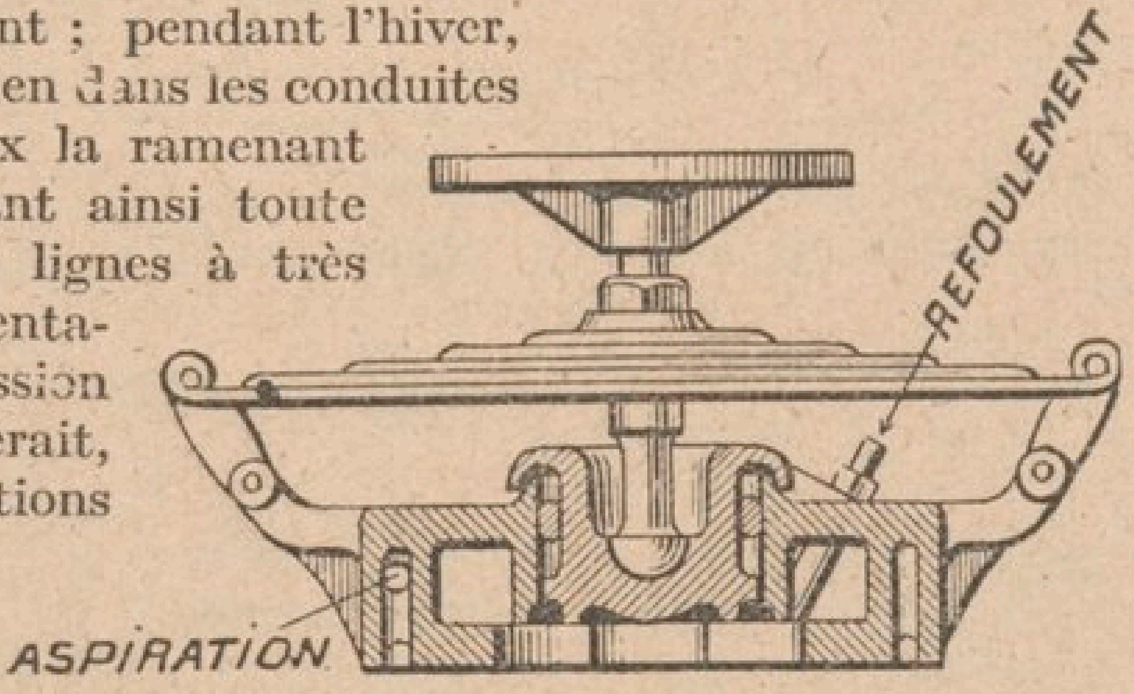


VUE EN DESSUS DU MÊME PATIN, MONTRANT, EN OUTRE, LA JONCTION EN BISEAU DE DEUX RAILS ABOUTÉS ET LES TRAVERSES

cessaire d'employer des rails creux, assez coûteux, impossibles à cintrer, ou, du moins, ne pouvant l'être que légèrement et très difficilement, ce qui oblige à un tracé de la voie avec des courbes à grand rayon), car il est établi de façon mathématique que la propulsion hydraulique, quand il faut élever et comprimer l'eau par des pompes, est le plus onéreux de tous les modes de traction.

En outre, la machinerie est assez délicate et compliquée, et le fonctionnement est aléatoire : sur une aussi grande longueur de conduites, des ruptures de joints et de tuyaux sont à prévoir, et il est à craindre que les vannes d'ouverture et de fermeture des nombreux ajutages ne marchent pas toujours convenablement ; pendant l'hiver, l'eau peut geler aussi bien dans les conduites que dans les caniveaux la ramenant aux pompes, suspendant ainsi toute exploitation; dans les lignes à très fortes rampes, l'augmentation rapide de la pression dans les tuyaux obligerait, soit d'installer des stations motrices à des distances très rapprochées les unes des autres, soit de refouler l'eau à des pressions exagérées tout en ne l'utilisant qu'à des pressions inférieures. Enfin, si l'on abandonne la propulsion par l'eau tout en conservant les patins, on est obligé de transporter ou d'introduire dans les trains l'eau destinée à l'alimentation de ces patins, eau dont la quantité est considérable; il en faut, en effet, un litre par tonne de charge et par seconde, soit, pour un trajet de dix minutes, 600 litres par tonne de charge: le transport de cette eau serait impraticable pour des trajets dépassant 1.000 à 1.500 mètres. On peut, il est vrai, avoir recours au procédé Ramsbottom, imaginé en Angleterre et utilisé aujourd'hui dans les autres pays, pour l'alimentation des trains, sans arrêt de ceux-ci, procédé qui consiste à établir entre les rails des tranchées remplies d'eau où puise, en marche, un tuyau mobile du tender.

Un des gros obstacles que l'inventeur rencontra dans l'établissement de sa voie ferrée, et qu'il ne put vaincre à peu près que difficilement, fut la suppression des solutions de continuité aux joints des rails, lesquelles sont dues, ainsi qu'on le sait, aux modifications de la température atmosphérique. On comprend, en effet, que si ces solutions de continuité existaient sur une voie pour chemin de fer glissant, l'eau des patins, au moment où ceux-ci franchiraient ces joints, s'échapperait, et le patin viendrait porter directement sur le rail, créant ainsi un frottement qui ralentirait la marche ou qui absorberait un supplément de force pour la traction.



AUTRE MODE D'ATTACHE DE LA CAISSE DE LA VOITURE AU PATIN

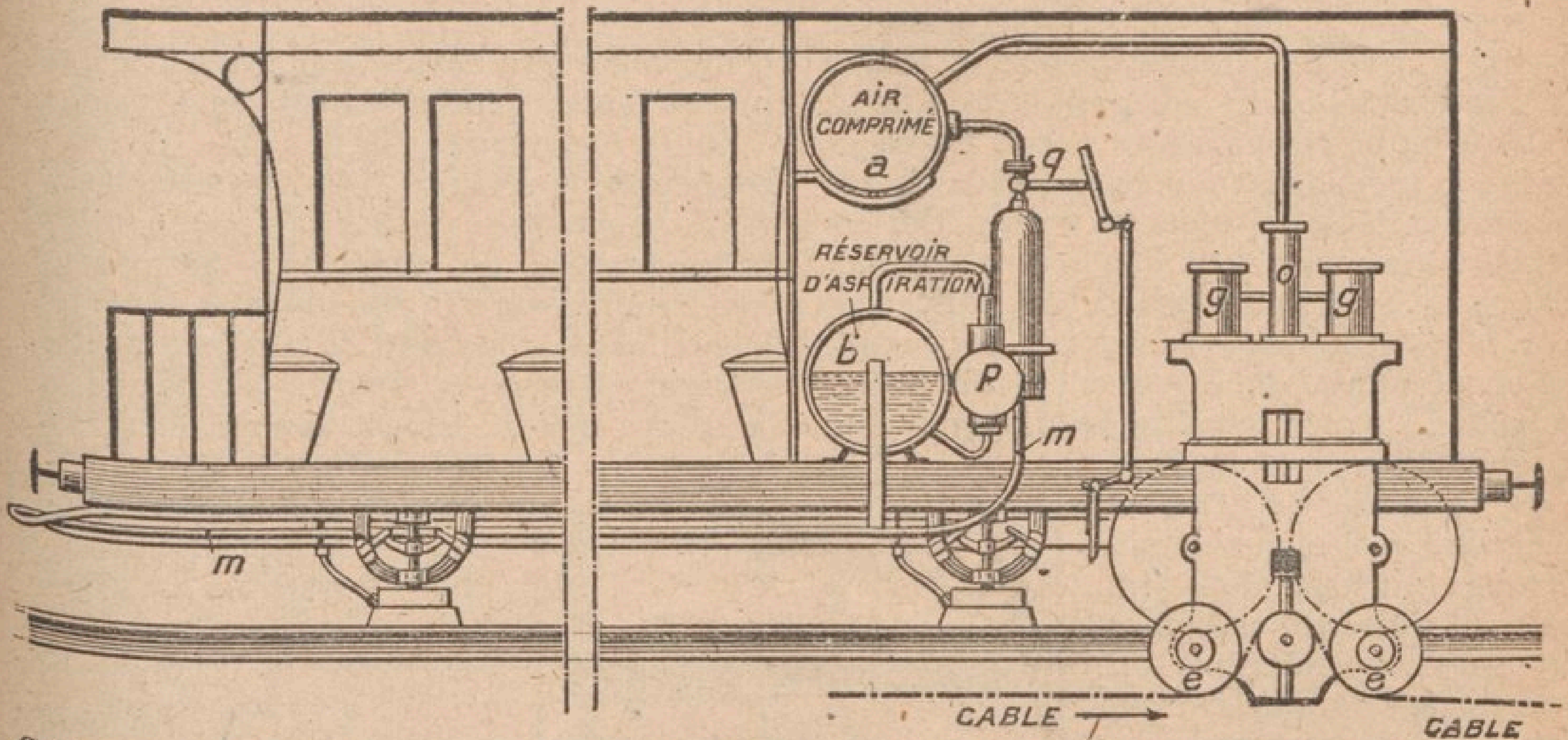
Ce dispositif donne au patin une assez grande élasticité pour qu'il puisse suivre exactement, et toujours posé bien à plat, tous les infléchissements du rail.

Girard interposa d'abord entre deux rails consécutifs, des petites lanières de cuir, puis des boudins en caoutchouc. N'obtenant ainsi que des résultats insuffisants, il créa une disposition avec appareils compensateurs : les extrémités des rails étaient taillées en biseau (à 45°) et, entre elles, il introduisit un coin métallique, assemblé à languette et s'appuyant constamment par un ressort bien bandé sur les deux têtes des rails.

Cet assemblage lui donna, paraît-il, satisfaction; mais il était coûteux et devait nécessiter, de la part du personnel, une surveillance assidue.

Aujourd'hui, on soude aisément (par soudure autogène électrique ou par aluminothermie) de longues files de rails sans qu'il en résulte d'inconvénient, par suite de dilatations ou de contractions engendrées par des variations de température.

M. Maniguet, dans un projet de chemin de fer dont il est l'auteur, supprime la propulsion hydraulique, qu'il juge désavantageuse, comme nous venons de le dire, sauf dans certains cas spéciaux, et la remplace par des systèmes plus pratiques ayant fait leurs preuves. Il ne conserve que le patin. Mais il apporte d'heureuses modifications au patin primitif de Girard: le liquide, constamment renouvelé, retourne, au fur et à mesure de sa sortie, au réservoir du wagon pour être de nouveau refoulé sous le patin; presque toute perte d'eau est ainsi évitée. Ce patin a la forme, comme le précédent, d'une caisse fermée en dessus et dont la partie inférieure frottante porte une série de rainures concentriques avec chicanes, servant, d'une part, à ralentir la sortie de l'eau, et, d'autre part, à rendre le patin plus stable sur sa couche liquide ; la rainure la plus rapprochée de l'arête extérieure du patin est en communication avec un réservoir placé aussi bas que possible dans le train. Si l'on



CHEMIN DE FER GLISSANT A PATINS ET A TRACTION FUNICULAIRE, SYSTÈME MANIGUET (COUPE LONGITUDINALE MONTRANT LES DIVERS MÉCANISMES)

Quand le train n'est pas accroché au câble, celui-ci s'enroule entre trois poulies à gorge montées sur un support fixé au plancher du wagon; les deux poulies e, e, *commandent les compresseurs, et la poulie mobile (située entre les deux précédentes) est attachée au coulisseau glissant verticalement dans le support. Le cylindre* o *contient un piston assemblé au coulisseau, et qui, lorsque l'air comprimé agit sur lui, soulève la poulie mobile, laquelle prend le câble et vient l'enserrer entre les poulies* e, e, *commandant les compresseurs d'air par engrenages, manivelles et bielles. Le simple mouvement d'ouverture ou de fermeture de la conduite d'eau aux patins suffit ainsi pour arrêter le train, le faire repartir, su pendre le mouvement des compresseurs ou les mettre en marche, le câble étant toujours en mouvement. Dans le cas où une avarie empêcherait les compresseurs d'air de tourner, et afin qu'il ne puisse y avoir rupture de câble, la tension de ce dernier ferait abaisser le piston à air du cylindre* o, *et la poulie mobile descendrait pour laisser le câble circuler. —* a, *réservoir-accumulateur d'air comprimé;* d, *réservoir d'air, sur la conduite de refoulement, régularisant la pression;* b, *réservoir d'aspiration ou de dépression;* q, *robinet à levier de la pompe d'air comprimé pour la mise en marche ou l'arrêt du train;* h, *autre levier pouvant ainsi actionner le robinet de ladite pompe lorsque, par l'intermédiaire d'une tringle, il heurte un butoir placé dans les gares, sur la voie;* g, g, *cylindres des pistons de compression;* p, *pompe d'aspiration;* m, m, *conduites de refoulement et d'aspiration de l'eau des patins.*

refoule de l'eau dans la chambre interne (ou centrale) du patin, elle jaillira sur tout le pourtour ; arrivée dans la rainure proche de l'arête extérieure, cette eau, pour se mettre en équilibre, s'élèvera dans le réservoir, sauf une petite partie qui s'écoulera par le jour existant entre le rail et le patin (ce dernier étant soulevé par la pression de l'eau). Si le réservoir est fermé et que l'on y établisse une dépression constante, il se produira une aspiration, un *reniflage* : une certaine quantité d'eau rentrera par la jointure du patin, et la totalité de l'eau injectée, mélangée avec l'air aspiré, montera au réservoir. Par un système quelconque approprié, on évacue cet air aspiré pour pouvoir reprendre, puis refouler à nouveau l'eau sous les patins, et n'en dépenser ainsi que des quantités légères absorbées par les mouillures du rail. Le pourtour du patin, où débouche le liquide, est coupé en biseau afin de faciliter l'épanouissement de la lame à sa sortie. Il est bon d'y mélanger 5 % de glycérine, afin d'entretenir le rail dans un état de lubrification empêchant l'oxydation, et aussi pour s'opposer, dans une certaine mesure, aux effets de la gelée, qui immobiliseraient tout.

Pour le fonctionnement convenable de l'avancement du train, il importe, non seulement que les rails et les patins aient leurs surfaces en regard parfaitement dressées, mais, qu'en outre, la suspension de la caisse du wagon sur le patin laisse celui-ci suffisamment libre pour qu'il puisse suivre toutes les dénivellations de la voie. On peut voir sur les figures publiées dans les pages précédentes deux de ces modes de suspension.

Le patin est en deux parties indépendantes : l'une, supérieure, supportant la suspension de la voiture, forme piston hydraulique, l'autre, inférieure, est constituée par un cylindre surmontant la surface glissante. Il existe, entre le piston et le cylindre, un certain jeu, et, afin d'éviter qu'il n'y ait là une cause de perte de liquide, les deux pièces sont reliées par un cuir de

Bramah, assez souple pour qu'il puisse se dérouler avec une grande facilité et suivre le piston dans toutes ses positions.

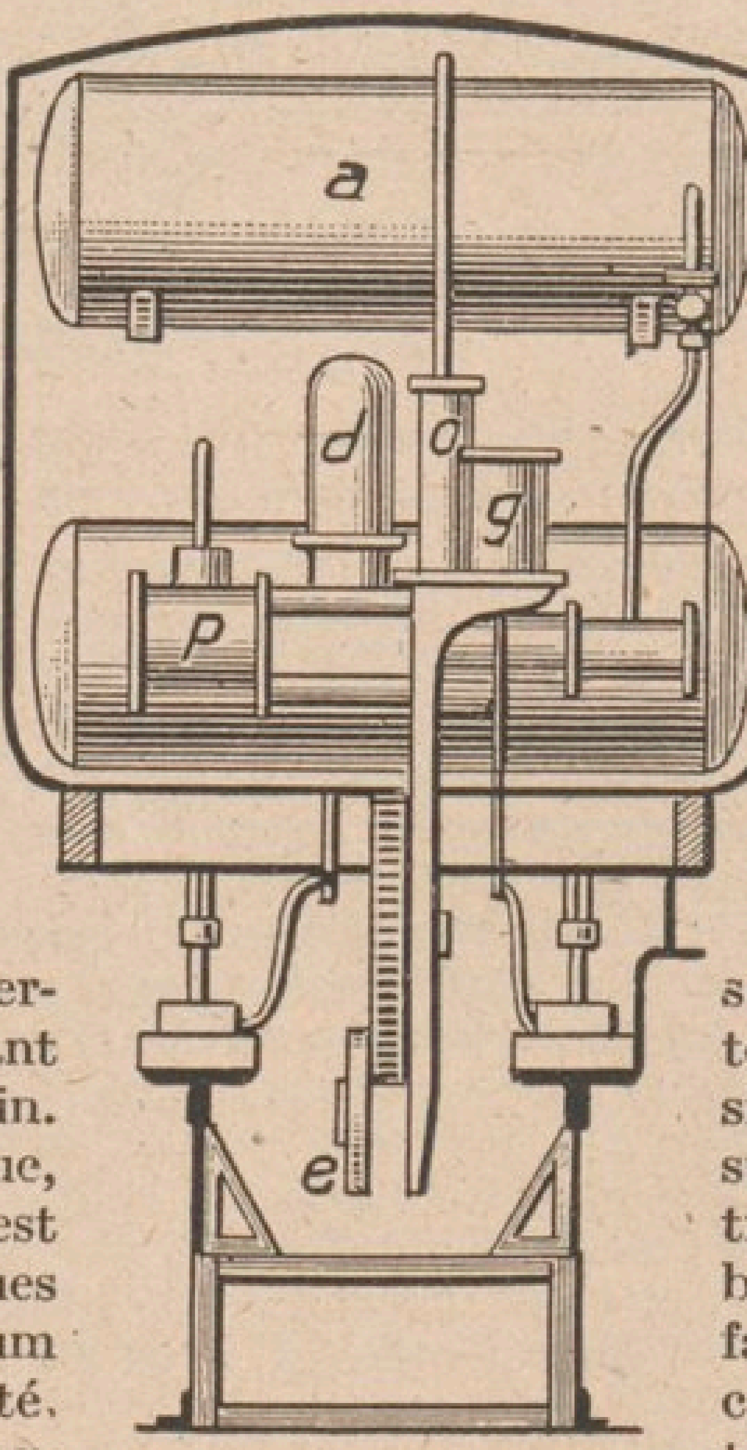
Le débit de l'eau sous les patins est régularisé en le rendant proportionnel à la charge qui est variable en cours de route, et il est établi pour cela, sur la conduite d'eau aux patins, de petits obturateurs qui, influencés par la flexion des ressorts de suspension, augmentent ou diminuent ce débit d'eau, suivant l'augmentation ou la diminution de la charge transportée.

Le système de traction peut être quelconque : funiculaire (surtout dans les villes et dans les montagnes) ou par air comprimé, ou encore par locomotive de forme spéciale disposée pour actionner à la fois les pompes à eau des patins et plusieurs paires de galets courant le long d'un rail central. La pression pour l'adhérence des galets est fournie par un piston recevant l'eau sous pression d'un branchement de la conduite d'eau aux patins; de cette façon, ces derniers ne sont serrés que pendant la durée de la marche du train.

Enfin, la propulsion électrique, beaucoup plus rationnelle, est supérieure encore aux systèmes précédents et donne le maximum de commodité et de simplicité. Pour les courts trajets, la dynamo servirait à la fois pour la traction (au moyen d'un rail central) et pour les manœuvres des pompes de refoulement de l'eau et d'aspiration; ou bien, dans les trains destinés à effectuer de grands parcours, les pompes seraient actionnées par de petites dynamos spéciales.

Le chemin de fer glissant est non seulement pratiquement réalisable, mais encore fort économique quand on sait l'adapter aux genres d'exploitations auxquelles il convient. Sans doute, tout n'est pas profit dans l'énorme économie que procure sa traction comparée à celle d'un chemin de fer ordinaire, avec essieux et roues, car une bonne partie de la force ainsi gagnée est dépensée pour comprimer l'eau qui jaillit sous les patins, mais il reste un bénéfice très notable, qui n'est pas à dédaigner (64 % selon l'inventeur, chiffre que nous ne garantissons pas), surtout par ces temps où le combustible est particulièrement rare et cher, et qui compenserait au delà le supplément de prix que nécessite l'établissement de la voie.

Outre l'économie, il y a lieu de tenir compte de la sécurité. Dans les chemins de fer de montagnes, où des catastrophes dues à des ruptures de câbles ou à de mauvais fonctionnements d'organes ne sont pas rares, aucun accident ne peut se produire avec le système glissant; la sécurité la plus absolue se trouve matériellement assurée, même sur des pentes de 400 millimètres par mètre. Pour parer aux cas de rupture de câble, dans les systèmes à traction funiculaire, il suffit de fixer l'extrémité de celui-ci à un ressort de traction qui, en se débandant, ferme le robinet d'alimentation des patins et produit un arrêt presque instantané.



VUE EN COUPE TRANSVERSALE DE LA MACHINE PRÉCÉDENTE
Mêmes lettres de référence.

De plus, l'absence de trépidation, de fumée et de bruit, le rend particulièrement propre à son établissement dans les villes.

Il est enfin des cas où la supériorité du patin glissant sur tout autre mode de traction est si grande que rien ne peut le suppléer c'est lorsqu'il s'agit de transporter des poids considérables et indivisibles; il est alors facile d'amener, au moyen de cylindres hydrauliques, la répartition uniforme et constante de la charge entre les différents patins, bien mieux que sur des essieux de roues. Le déplacement de canons de gros calibre sous tourelle blindée, pour la défense des côtes ou des forteresses, masses pesant plusieurs centaines de tonnes, devient ainsi aisé, avec cet avantage que, la pression d'eau étant supprimée au moment du tir, ils s'appliquent sur leur plate-forme (ou sur la voie, dans le cas de pièces montées sur trucks) et font corps avec elle. Il en est de même des bateaux de rivières et canaux (partage entre deux biefs de niveaux différents), et aussi des navires de toutes dimensions.

Ce dernier transport peut s'effectuer tout aussi bien sur des docks, ou bassins flottants secs que sur des docks pleins d'eau, car, le glissement ne produisant aucune espèce de trépidation, les œuvres vives d'un bateau, si grand soit-il, ne souffriraient pas plus, si le dock est convenablement aménagé, que

pendant la flottaison. Ce dispositif a déjà retenu l'attention de nombreux marins.

Pour supporter un dock métallique plein d'eau reposant sur quatre cent trente-deux patins de 1 mètre sur 2 mètres, présentant un bassin de 200 mètres de longueur sur 18 mètres de largeur et 8 mètres de tirant d'eau, pesant 44.000 tonnes, il suffit d'entretenir une pression de 5 kilogrammes d'eau par centimètre carré sous les patins. Dans ces conditions, un effort de traction d'une trentaine de tonnes est suffisant pour le mettre en mouvement. On peut, avec une machine de 8.000 chevaux, le remorquer en pleine charge, sur une pente de 7 millimètres par mètre (pour le sortir de l'eau) avec une vitesse d'un mètre environ par seconde.

Disons également que la disposition du patin glissant sur lame liquide conserve toute son efficacité quelle que soit la forme des surfaces frottantes ; appliquée aux paliers des machines de toute nature, elle permettrait de réduire dans d'énormes proportions les pertes de forces dues aux frottements, d'atteindre des vitesses de rotation inconnues jusqu'à ce jour et de supprimer l'intermédiaire, si incommode et si coûteux, des agents lubrifiants. Une disposition analogue pour supporter les roues des wagons serait, en principe, avantageuse. La voie reste largement ouverte aux chercheurs.

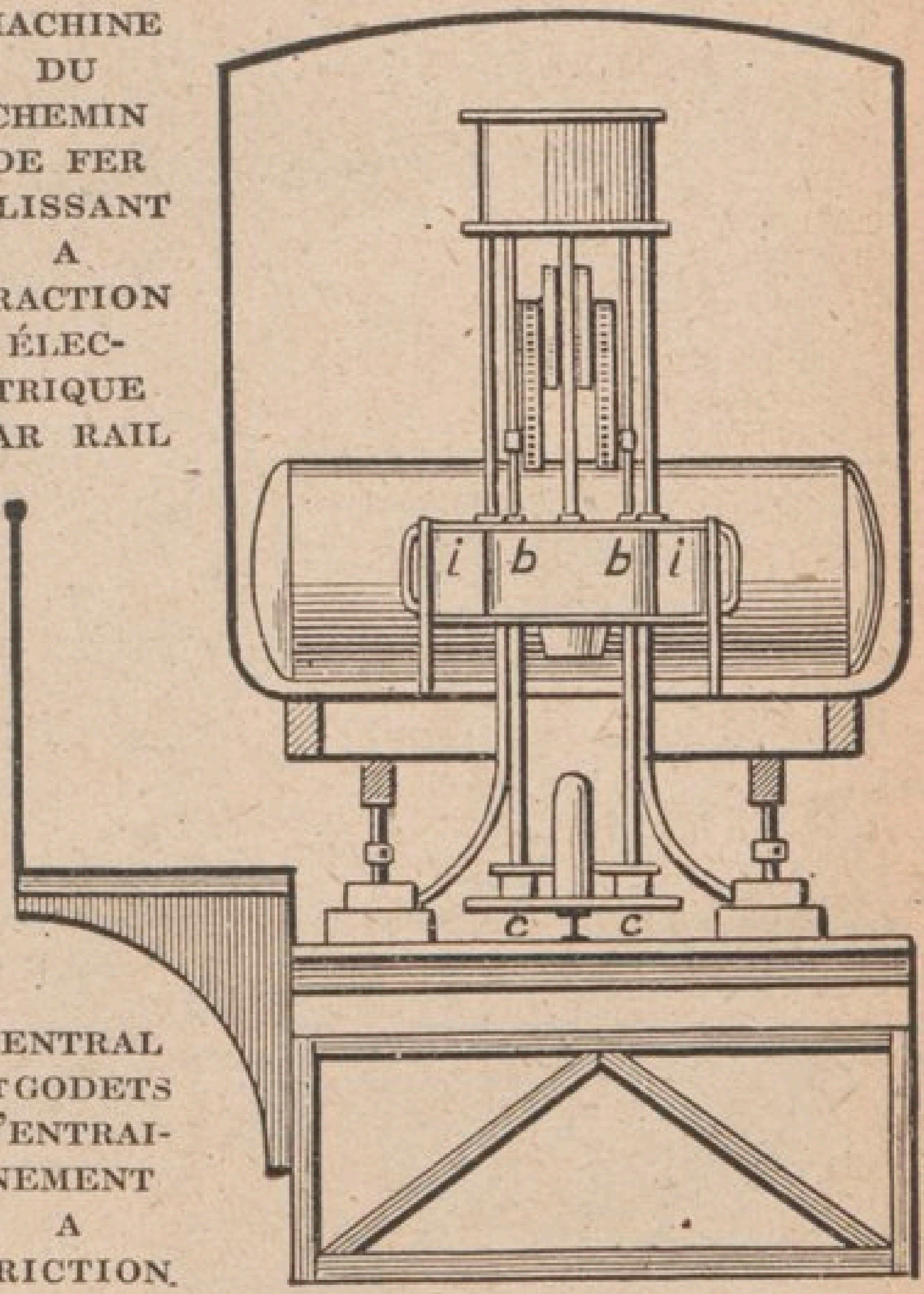
Si la guerre a fait éclore une foule d'inventions adaptées aux circonstances, elle a eu aussi pour résultat d'interrompre les travaux de certains précurseurs dans les œuvres de paix. Combien de recherches intéressantes, et qui recevraient aujourd'hui leur application, dans le domaine scientifique et le domaine industriel, ont dû être abandonnées. Les chemins de fer glissants, dont nous venons d'indiquer le principe, auraient peut-être été perfectionnés dans leur réalisation et fonctionneraient maintenant à la satisfaction de tous, si quatre années d'hostilités n'avaient point enlevé aux créateurs de ce curieux système de locomotion la possibilité de poursuivre leur tâche.

Mais, comme pour beaucoup d'autres inventions dont la guerre a suspendu la mise au point, nous nous trouvons en présence d'un simple retard, et ce qui est différé n'est point perdu.

L'heure n'est peut-être pas très éloignée où des voies hydrauliques permettront aux touristes d'accéder sans fatigue, et sans risques, aux cimes les plus élevées.

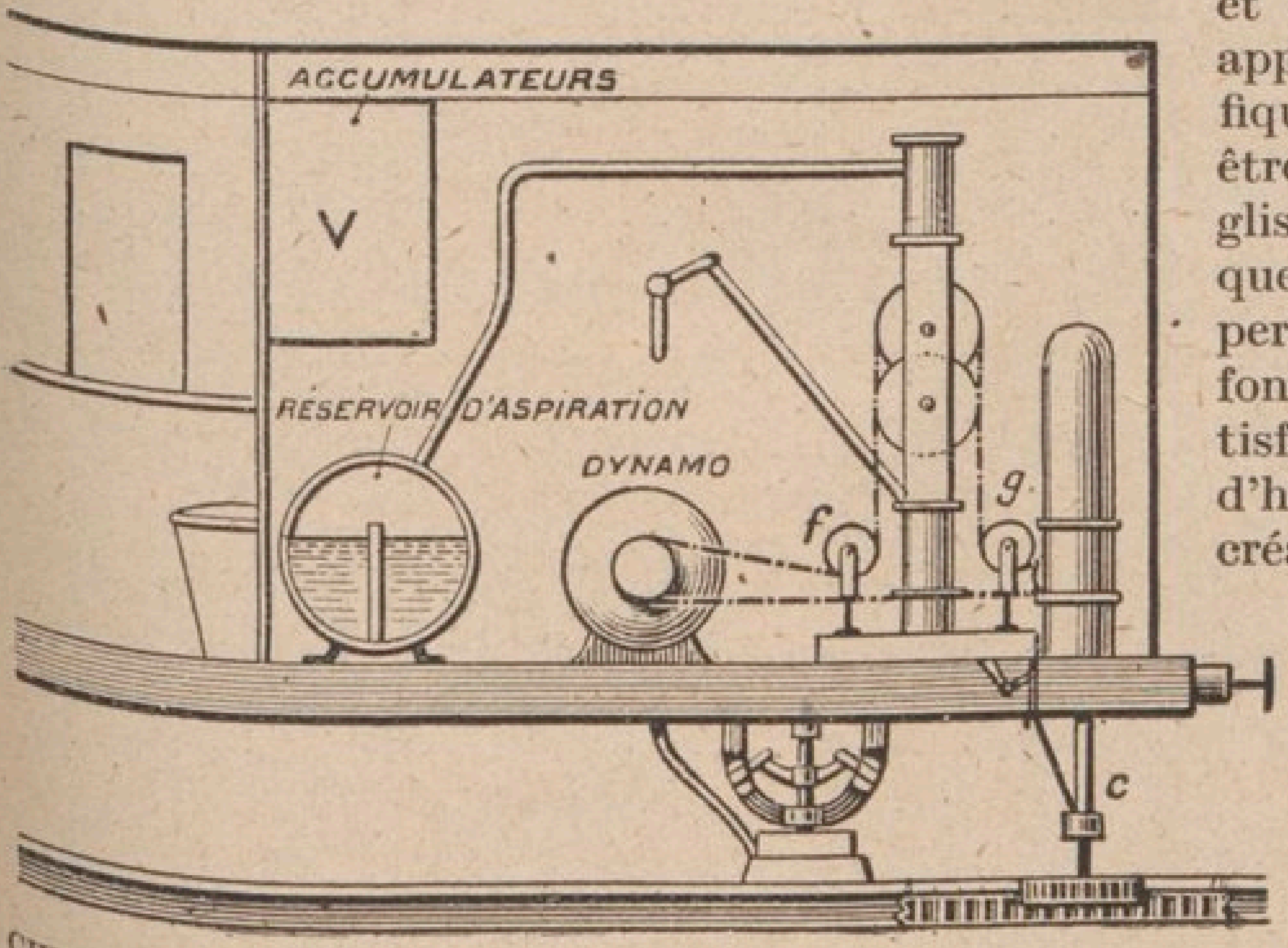
GUSTAVE GOMBOUST.

MACHINE DU CHEMIN DE FER GLISSANT A TRACTION ÉLECTRIQUE PAR RAIL



CENTRAL ET GODETS D'ENTRAINEMENT A FRICTION.

c, c, *galets d'entraînement portés par des arbres verticaux et roulant contre le rail central, qu'ils enserrent avec force;* b, b, *poulies montées sur des arbres verticaux, faisant mouvoir deux câbles souples commandant le mécanisme ;* i, i, *petites dynamos pour le rechargement des accumulateurs.*



CHEMIN DE FER GLISSANT A TRACTION ÉLECTRIQUE ET A CRÉMAILLÈRE (COUPE LONGITUDINALE)

c, *arbre portant le pignon d'engrenage avec le rail central, à crémaillère (représenté partiellement) ;* f, *poulie destinée à assurer la tension du câble de la dynamo faisant mouvoir les divers organes ;* g, *réservoir d'air par lequel passe l'air refoulé (à la pression de 1 k. 800 par centimètre carré) ;* V, *accumulateurs.*

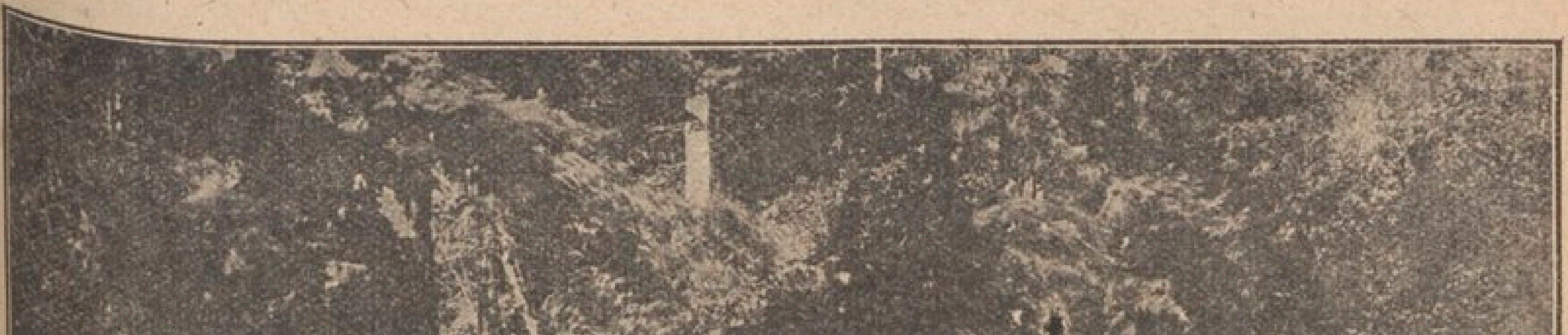
CAMION AUTOMOBILE MUNI DE ROUES SPÉCIALES CIRCULANT SUR UNE VOIE FERRÉE

On voit ici le véhicule, actionné par un moteur à essence, remorquant un truck aménagé en plate-forme roulante. Le premier véhicule pèse deux tonnes seulement et le second plus de neuf.

LES POIDS LOURDS SUR RAILS

Par Charles BOUREILLES

Lorsqu'en quelque endroit que ce soit, une ligne nouvelle de communication interurbaine est projetée, on peut s'attendre à voir apparaître, suivant, d'une part, l'importance du capital dont dispose la municipalité ou l'entreprise privée intéressée, et, d'autre part, les bénéfices d'exploitation entrevus, soit un chemin de fer d'intérêt local, soit un tramway départemental, soit un service d'autobus, pour ne pas mentionner la traction hippomobile aujourd'hui tombée en désuétude. De tous les systèmes de transport en commun, la traction à essence, par véhicules indépendants, est évidemment la moins coûteuse et la plus facile à organiser. Les frais de premier établissement se bornent à acheter le matériel roulant et, dans les conditions les plus défavorables, à améliorer les routes de l'itinéraire adopté. Par contre, il saute aux yeux des moins avertis en la matière que, sauf au point de vue économique, la traction sur rails est infiniment supérieure à la traction sur routes libres. Le rail absorbe en friction beaucoup moins de la puissance motrice, permet de plus grandes vitesses, diminue considérablement les trépidations et, partant, ajoute au confort des voyageurs et à la sécurité du transport des marchandises tout en prolongeant la vie du matériel roulant ; il permet aussi une plus grande sûreté de conduite, une exploitation plus régulière, etc.



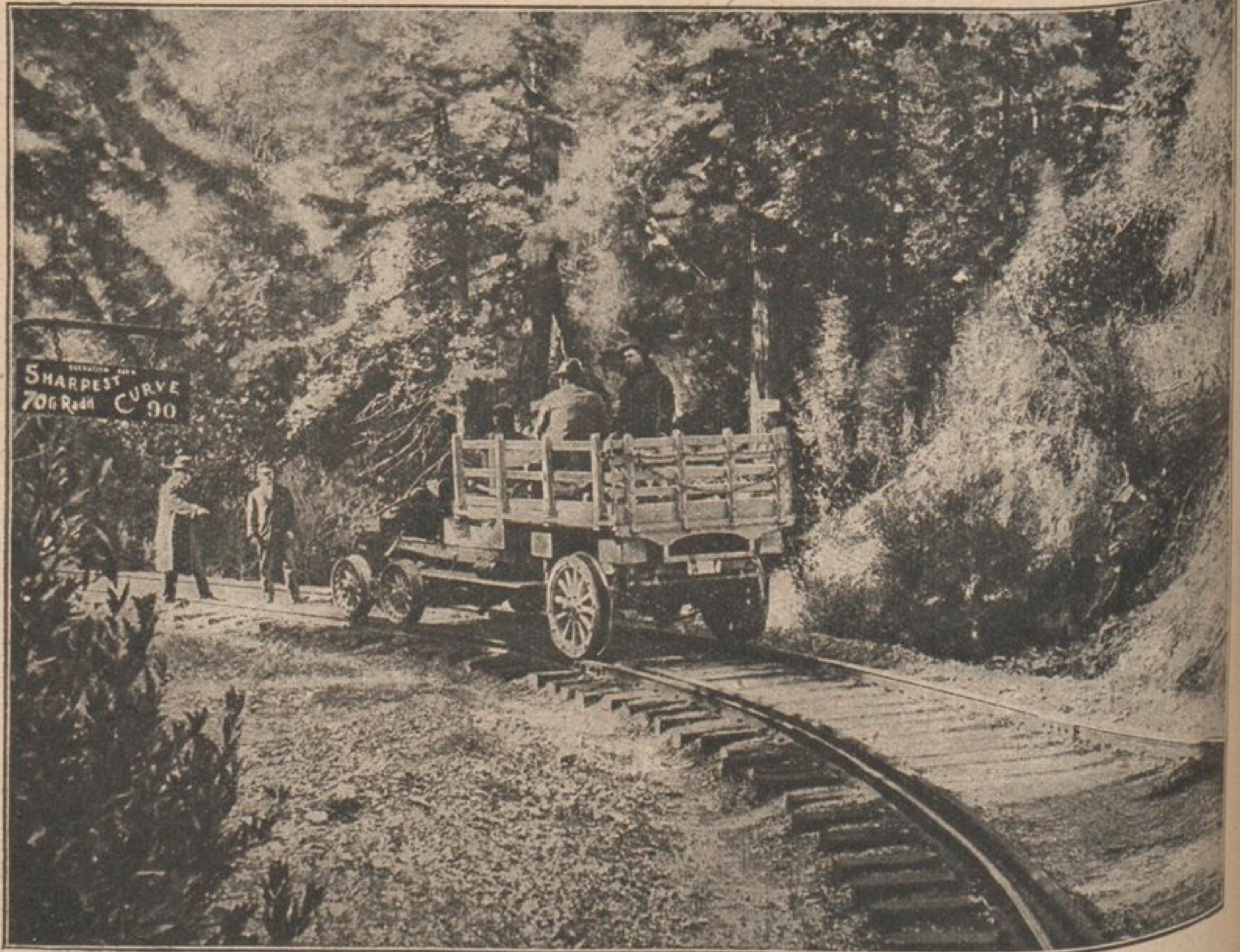
LE CAMION AUTOMOBILE SUR RAILS DU MONT TALMAPAIS (CALIFORNIE)

En dehors de l'avant-train à quatre roues dont il a été muni, ce camion n'a subi d'autre modification que le remplacement de ses roues à bandages caoutchoutés par d'autres susceptibles de rouler sur rails.

Seulement le rail revient à un prix extrêmement élevé, et souvent tout est là.

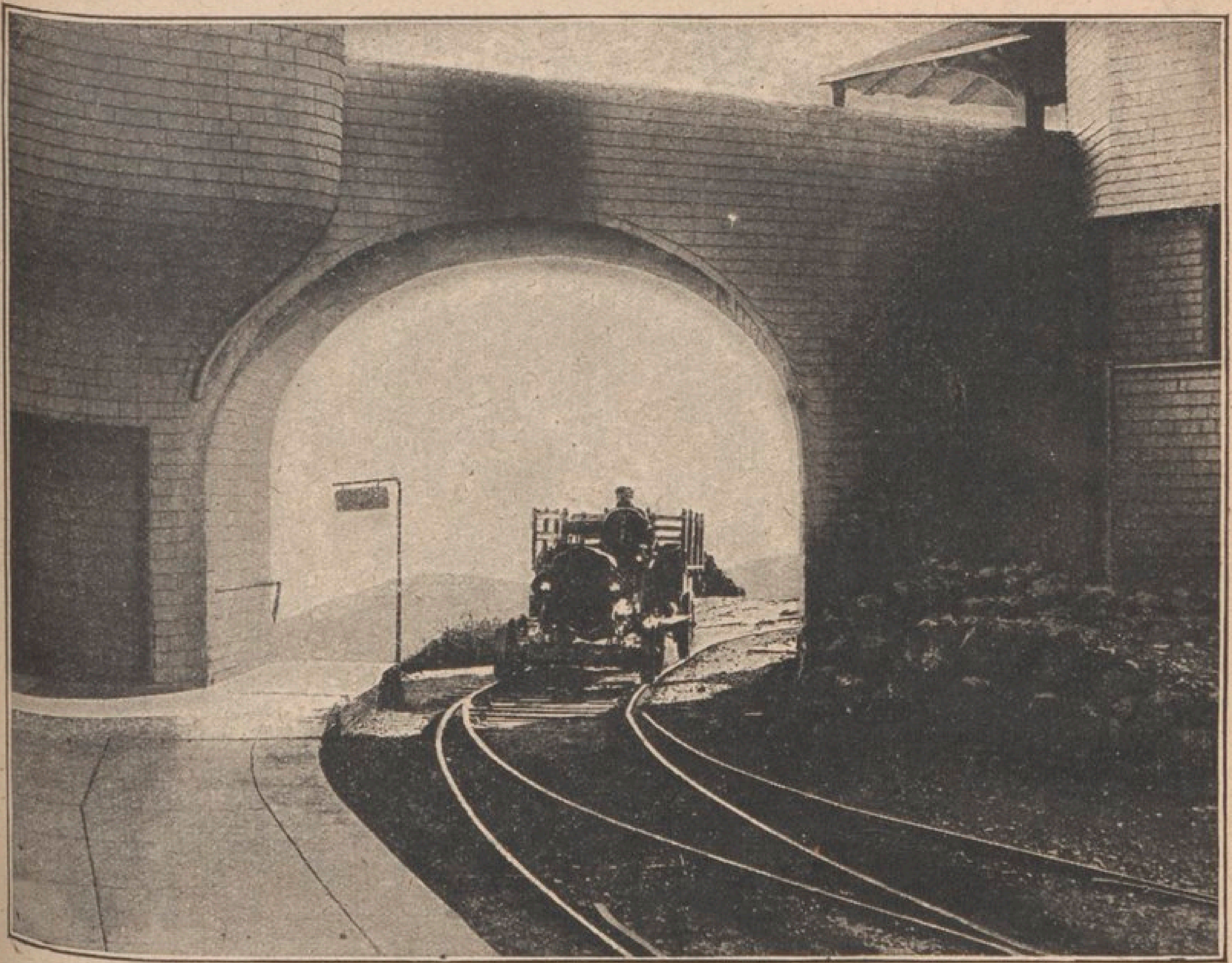
A tout bien considérer, cependant, il apparaît que si les dépenses qu'il entraîne se bornaient à l'établissement des voies ferrées, les économies qui pourraient être réalisées par la suite sur les dépenses d'entretien et de renouvellement du matériel, par rapport aux dépenses correspondantes, augmentées de l'entretien des routes, du système de traction automobile, amortiraient dans des limites de temps raisonnables l'importance des premières mises de fonds. Malheureusement, le train et le tramway nécessitent autre chose que des rails ; le moins coûteux des tramways, celui à trolley aérien, exige l'établissement de lignes de transport de force et fait appel à une énergie motrice, l'électricité, qui, en général, revient encore cher en France.

Les considérations qui précèdent devaient donc, logiquement, provoquer un jour ou l'autre l'apparition de la traction à essence sur rails. Et, en fait, non seulement on y a songé il y a longtemps, mais cette solution fut plusieurs fois essayée, abandonnée, reprise... La question n'est point encore résolue. Pourquoi? Simplement parce que, étudiée avec l'idée de substituer complètement la génératrice à essence à la locomotive à vapeur sur les grands réseaux ferrés, le problème est très délicat. Envisagé, par contre, au point de vue des trafics interurbains sur des parcours limités et pour des charges modérées, ce problème devient, au contraire, très simple, comme l'ont prouvé plusieurs essais heureux effectués aux Etats-Unis. Moyennant le remplacement des jantes à bandages pleins ou pneumatiques de ses roues par les jantes qui conviennent à la traction sur rails, n'importe quelle automobile : un autobus, s'il s'agit d'établir un service de passagers, un camion, au besoin attelé à une remorque, si l'on a surtout en vue de transporter des marchandises, peut admirablement convenir. De sorte que, en pareil cas, seule la pose des rails constitue une dépense supplémentaire, susceptible d'être assez vite amortie, comme il a été expliqué, par rapport à la traction automobile sur route libre. Et encore, là où un



UN TOURNANT A 90°, DE 23 MÈTRES DE RAYON, SUR UNE RAMPE A 7 0/0

Avec ou sans sa remorque, le camion ne s'en effraie nullement. Cependant, pour diminuer l'usure des rails, de l'eau est amenée à tomber en avant et en arrière des roues motrices ; cette eau joue le rôle de lubrifiant.



LE CAMION AUTOMOBILE SUR RAILS POUR LES TRANSPORTS INTERURBAINS

De beaucoup plus économique que la traction à vapeur ou électrique, la traction à essence par camions automobiles sur rails est surtout recommandable pour les parcours limités et les charges modérées.

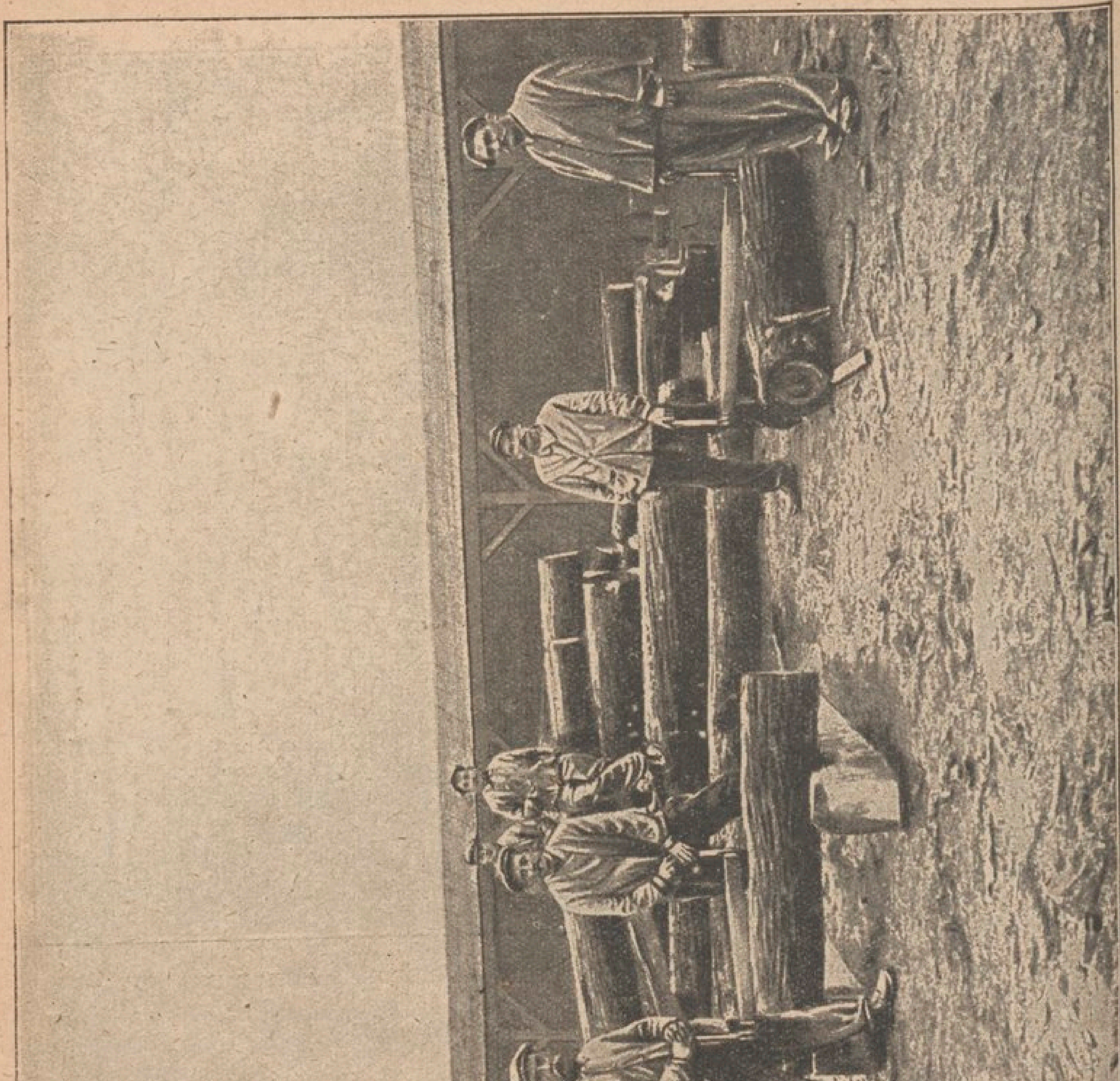
chemin de fer d'intérêt local ou une ligne de tramway a fait faillite — la chose n'est pas si rare qu'on pourrait le croire — l'utilisation de lignes toutes posées permettrait d'économiser largement cette dépense.

Cette adaptation de l'automobile à la voie ferrée a été réalisée aux Etats-Unis, d'abord — et ici, comme en beaucoup d'autres choses, la pratique devança la théorie — comme un moyen ingénieux, pour des particuliers, de pallier à l'impraticabilité de certaines routes ; puis, et en raison des avantages que cette innovation d'amateurs avait mise en lumière, comme une solution rationnelle à un intéressant problème parfaitement défini.

C'est ainsi qu'un service automobile sur rails dessert, à trente kilomètres de San Francisco, le mont Tamalpais, au sommet duquel ne manquent pas de se rendre les touristes qui visitent la perle des Etats d'Amérique, la Californie. Là où, sans nul doute, un chemin de fer aurait fonctionné à perte, un simple camion automobile attelé, quand il est besoin, à une remorque, rapporte de jolis bénéfices. Comme le montrent les photographies que nous avons pu nous procurer, le camion est muni d'un avant-train à quatre roues pour augmenter la puissance de freinage ; les deux roues arrière sont motrices ; la remorque est un simple truck à boggies. La ligne serpente autour de la montagne avec une rampe moyenne de 5 % et qui atteint parfois 7 % ; à un certain endroit, la voie décrit une courbe à angle droit de vingt-trois mètres seulement de rayon ; pour éviter les risques de déraillement aux tournants dangereux, aussi bien que pour diminuer l'usure exagérée des rails due aux efforts exercés latéralement sur ceux-ci, de l'eau est amenée à arroser ces derniers en avant et en arrière des deux roues motrices au moyen de tuyaux reliés à des réservoirs portés par le camion ; le liquide agit comme lubrifiant.

Bref, le poids lourd sur rails semble être un excellent compromis entre le simple autobus routier et le tramway départemental ; à ce titre, il faut souhaiter le voir s'établir en France, où il serait le bienvenu.

CHARLES BOUREILLES.

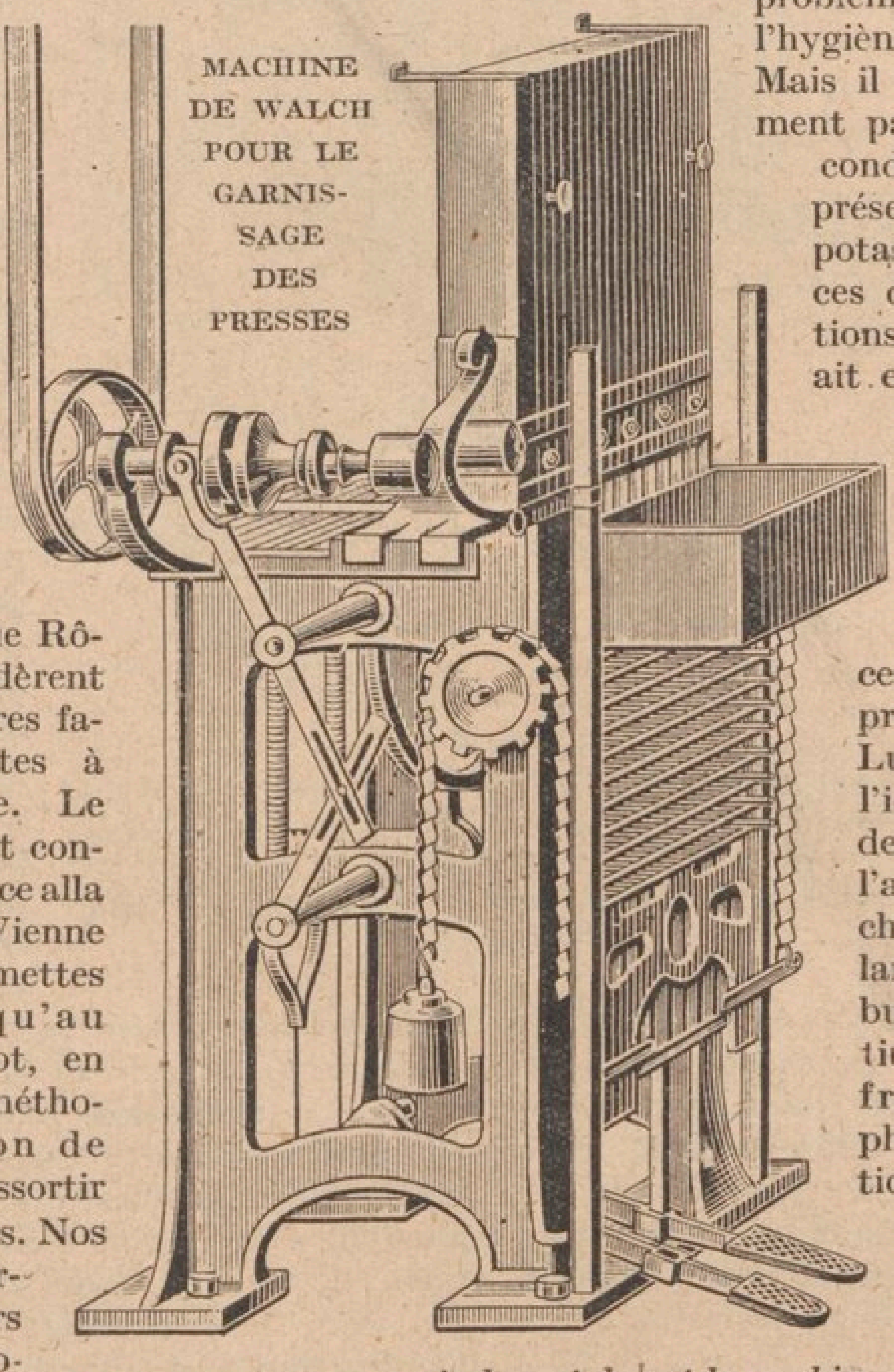


LE DÉBITAGE DU BOIS DE PEUPLIER DESTINÉ A LA FABRICATION DES ALLUMETTES, A LA MANUFACTURE D'AUBERVILLIERS

LA FABRICATION DES ALLUMETTES

Par Dominique GASSIER

Le briquet fut, on le sait, à peu près le seul instrument qui, de temps immémorial et jusqu'à l'époque moderne, permit aux hommes de se procurer du feu. Les procédés chimiques, les allumettes à friction, ne datent guère, en effet, que d'un siècle environ, et ces dernières ne sont devenues d'un emploi réellement pratique et général que vers le milieu du siècle dernier, après une longue série de recherches, de tâtonnements et d'essais infructueux sur lesquels nous n'insisterons pas.



MACHINE DE WALCH POUR LE GARNISSAGE DES PRESSES

La presse est placée verticalement devant la machine, suspendue à deux chaînes de Galle, à contrepoids. Une pédale, qui actionne aussi les autres organes, la fait descendre d'un cran à chaque mouvement, afin que la règle supérieure (c'est-à-dire la dernière mise en place) soit toujours à un niveau qui lui permette de recevoir les tiges qui lui sont envoyées.

C'est en 1833 que Rômer et Preshel fondèrent à Vienne les premières fabriques d'allumettes à base de phosphore. Le succès fut rapide et considérable, et la France alla s'approvisionner à Vienne et à Prague d'allumettes phosphoriques jusqu'au moment où Peligot, en 1847, décrivit les méthodes de fabrication de Preshel et en fit ressortir les sérieux avantages. Nos fabricants transformèrent alors leurs procédés, et leurs produits devinrent, dès lors, aussi bons que ceux de l'Autriche.

Nos allumettes au phosphore ordinaire furent à peu près parfaites au point de vue de la qualité et de la commodité de l'emploi, mais, au point de vue de l'hygiène publique, elles présentaient de graves inconvénients, inhérents d'ailleurs à l'emploi du phosphore blanc, qui est particulièrement toxique.

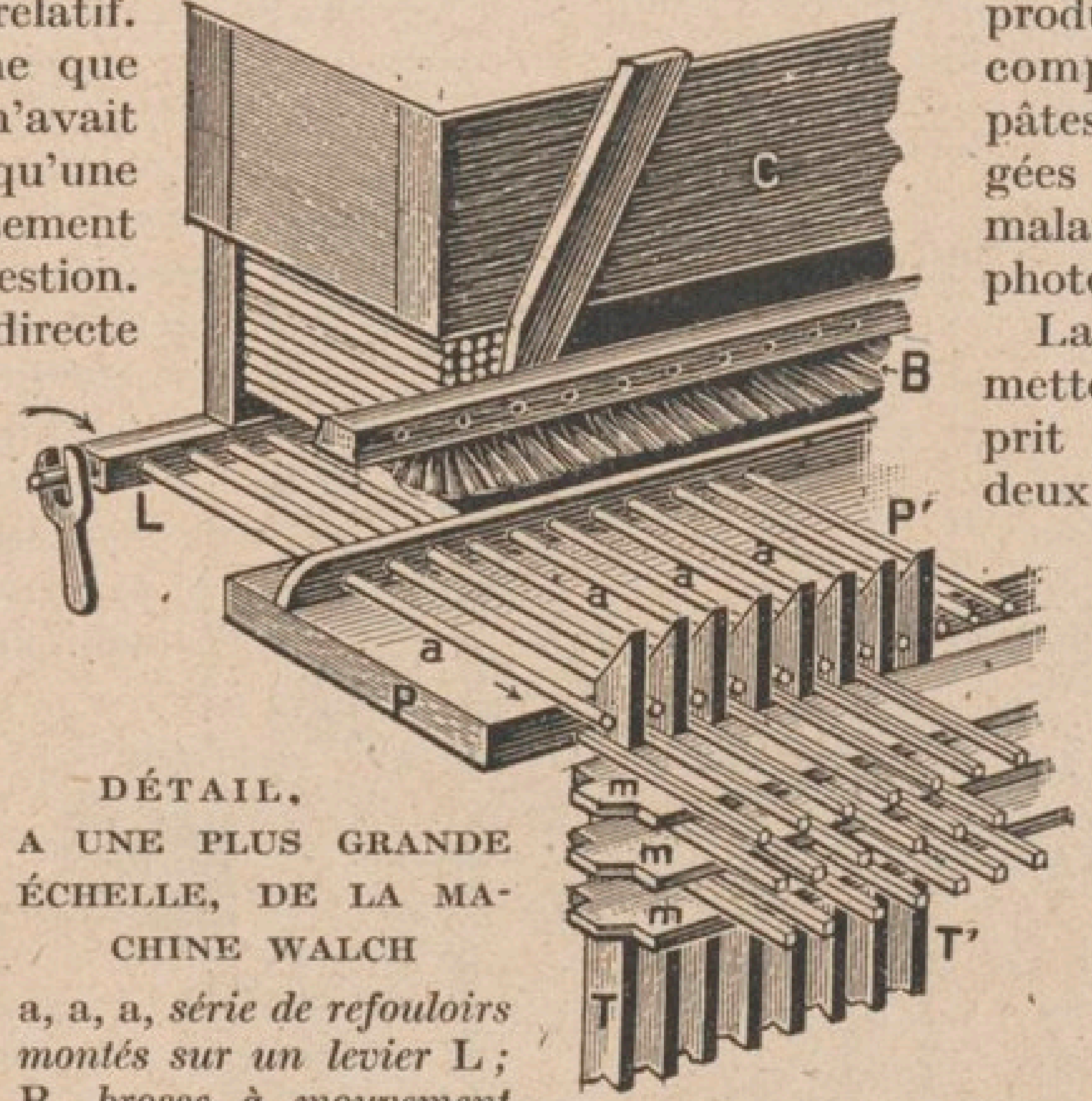
La découverte, en 1847, du phosphore rouge, qui n'est pas vénéneux, qui ne provoque aucun cas de nécrose, qui n'émet ni vapeur ni odeur, et qui ne s'enflamme qu'à 260°, sembla devoir donner la solution du problème au point de vue de l'hygiène et de la sécurité. Mais il ne s'enflamme facilement par le frottement qu'à condition d'être mis en présence du chlorate de potasse, et le mélange de ces deux corps en proportions exactes pour qu'il n'y ait excès ni de l'un ni de l'autre, ce qui est une condition essentielle, n'est pas pratiquement réalisable. Tout ce que l'on a tenté dans cet ordre d'idées a à peu près échoué. Le Suédois Lundström eut alors l'idée ingénieuse de faire deux pâtes : l'une, pour l'allumette, formée de chlorate de potasse mélangé à un corps combustible, le sulfure d'antimoine, l'autre, pour le frottoir spécial, de phosphore rouge additionné également de sulfure d'antimoine. L'allumette ne contient donc pas de phosphore et l'intervention du frottoir est indispensable pour qu'elle en détache une petite parcelle qui s'enflamme.

Cependant, malgré leur bonne qualité, et en dépit des avantages sérieux qu'elles présentaient, les allumettes au phosphore rouge ou *amorphe*, n'ont été d'abord que partiellement adoptées par la grande masse des

consommateurs, qui continua à leur préférer les allumettes au phosphore blanc, prenant feu sur toute surface, et c'est en vain que l'on s'ingénia à améliorer le frottoir. On fit même des allumettes dont l'un des bouts était enduit de pâte au chlorate de potasse et l'autre de phosphore rouge ; quand on voulait s'en servir, on les cassait en deux et on frottait l'une des extrémités contre l'autre. On les appela *allumettes androgynes*, parce qu'elles se fécondaient en quelque sorte elles-mêmes. Elles n'eurent qu'un succès de curiosité relatif.

Sous quelque forme que ce fût, le phosphore n'avait donc fourni jusque-là qu'une solution malheureusement incomplète de la question.

Quand la gestion directe du monopole fut confiée à l'Administration des Manufactures de l'Etat, les ingénieurs de ce service mirent tous leurs soins à améliorer les procédés de fabrication et à sauvegarder la santé des ouvriers. Leurs recherches se portèrent principalement sur la préparation des pâtes, et le problème de la suppression d'emploi du phosphore blanc se trouva résolu par les ingénieurs Sevène et Cahen, au moyen d'une pâte de chlorate de potasse et de sesquisulfure de phosphore, composé très stable, non vénéneux, qui s'allume à 100° environ, sous l'influence d'une friction modérée.



DÉTAIL, A UNE PLUS GRANDE ÉCHELLE, DE LA MACHINE WALCH

a, a, a, *série de refouloirs montés sur un levier* L ; B, *brosse à mouvement latéral de va-et-vient ;* C, *boîte sans fond montée au-dessus d'une plaque horizontale à régules ou rainures* P P' ; m, m, m, *règles rainurées de la presse ;* T T', *plaques verticales guidant les tiges dans leur chute sur les règles.*

Voici la composition de la pâte au sesquisulfure de phosphore, qui est employée dans les manufactures de la Régie française :

Sesquisulfure de phosphore.....	6	parties
Chlorate de potasse...........	24	—
Oxyde de zinc................	6	—
Ocre rouge...................	6	—
Poudre de verre...............	6	—
Colle forte..................	18	—
Eau.........................	24	—

L'excès de chlorate de potasse est destiné à brûler complètement le phosphore du sesquisulfure, lequel est plus difficilement inflammable que le phosphore seul ; l'oxyde de zinc neutralise en partie les anhydrides qui se forment pendant la combustion : l'ocre donne la coloration rouge ; la poudre de verre augmente l'effet du frottement ; la colle forte agglutine le tout, et, de plus, s'oppose dans une certaine mesure aux dangereux effets de projection du chlorate de potasse.

Le sesquisulfure de phosphore et le chlorate de potasse sont broyés séparément, ce dernier avec la colle forte, ramollie dans une quantité convenable d'eau chaude ou tiède, le premier avec les autres produits entrant dans la composition. Les deux pâtes sont ensuite mélangées intimement dans les malaxeurs dont on voit la photographie page 346.

La fabrication des allumettes en France ne comprit plus, dès lors, que deux espèces : celle dont on vient de parler et les allumettes amorphes, à frottoir enduit de phosphore rouge, avec des subdivisions en plusieurs sortes (soufrées ou à la paraffine, etc.), et aussi les allumettes en cire, ainsi que les tisons, à deux pâtes superposées, d'origine suédoise, fabriqués en France en 1886, et mis en vente sous le nom d'*allume-cigare brûlant malgré le vent et la pluie.*

En dehors du travail de la confection des pâtes, la fabrication proprement dite des allumettes comporte une courte série d'opérations assez simples, qui, il n'y a pas bien longtemps encore, s'exécutaient toutes à la main. Ce sont : le chauffage ou dessiccation des bois, leur débitage en bûchettes de deux millimètres environ de section, le soufrage (ou le paraffinage) et le chimicage de celles-ci, puis leur mise en boîtes ou en porte-feuilles pour être livrées au commerce.

On emploie de préférence le tremble et le peuplier, bois qui conviennent parfaitement et se débitent aisément en bûchettes régulières. Le tremble, il est vrai, n'a pas de fil, ou, du moins, très peu, ce qui fait qu'il est susceptible de se casser quand on le frotte très fortement en le tenant avec les doigts trop éloignés de la partie soufrée. Le sapin

est aussi un très bon bois, mais il revient sensiblement plus cher et il faut éliminer avec soin les nombreux nœuds qu'il contient.

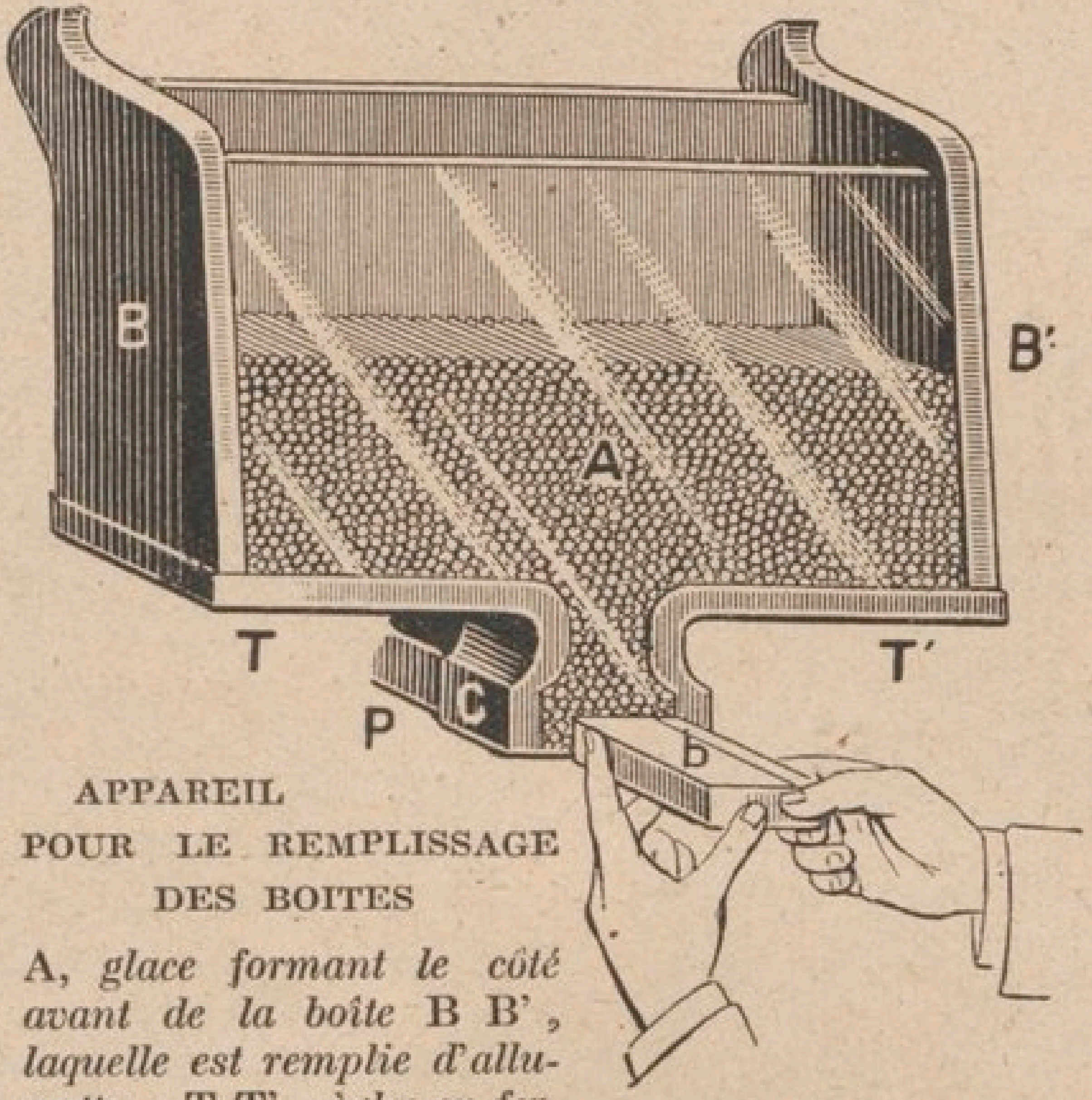
Le bouleau est un bois pour allumettes, meilleur encore que les précédents. Il est plus lourd et se casse moins facilement au moment du frottement, mais il est plus rare et coûte plus cher encore que le sapin.

Primitivement, ces bois nous arrivaient (pour la région de Paris), de Champagne, de Lorraine et d'Alsace. Ils étaient en bûches écorcées et ils subissaient tout d'abord une dessiccation de vingt-quatre heures dans de vastes fours où ils étaient portés par des traîneaux glissant sur rails. Quand toute trace d'humidité avait disparu, ils prenaient le chemin de la scierie où on les divisait transversalement en blocs dont la hauteur était précisément égale à la longueur des future allumettes qu'ils devaient former, lesquels blocs de bois étaient ensuite débités.

L'ouvrier chargé de ce travail utilisait une sorte de tranchoir ayant quelque ressemblance avec le couteau dont se servent les boulangers pour séparer le pain. D'un mouvement rapide, il coupait, dans le sens du fil, le morceau de bois en plaquettes dont l'épaisseur, régularisée par la disposition même de l'instrument, était celle de l'allumette. Le plan sur lequel reposait le bloc était incliné de façon que celui-ci pût glisser aisément vers l'instrument sous la poussée de la main, et un peu de graisse était passée sur la surface à fendre, afin de faciliter l'entaillement. Quand un nœud se présentait, le restant du morceau était jeté aux déchets.

Ces plaquettes repassaient ensuite sous le couteau en sens transversal, et chaque coup abattait ainsi une rangée de tiges plus ou moins bien taillées en carrés. Elles descendaient par une rigole en pente sur une table où une femme les plaçait rapidement dans un moule creux en bois, fendu dans son épaisseur et portant une ficelle introduite dans la fente. Quand le moule était plein, on serrait la ficelle, on l'assujettissait solidement et on la coupait. Le paquet était fait.

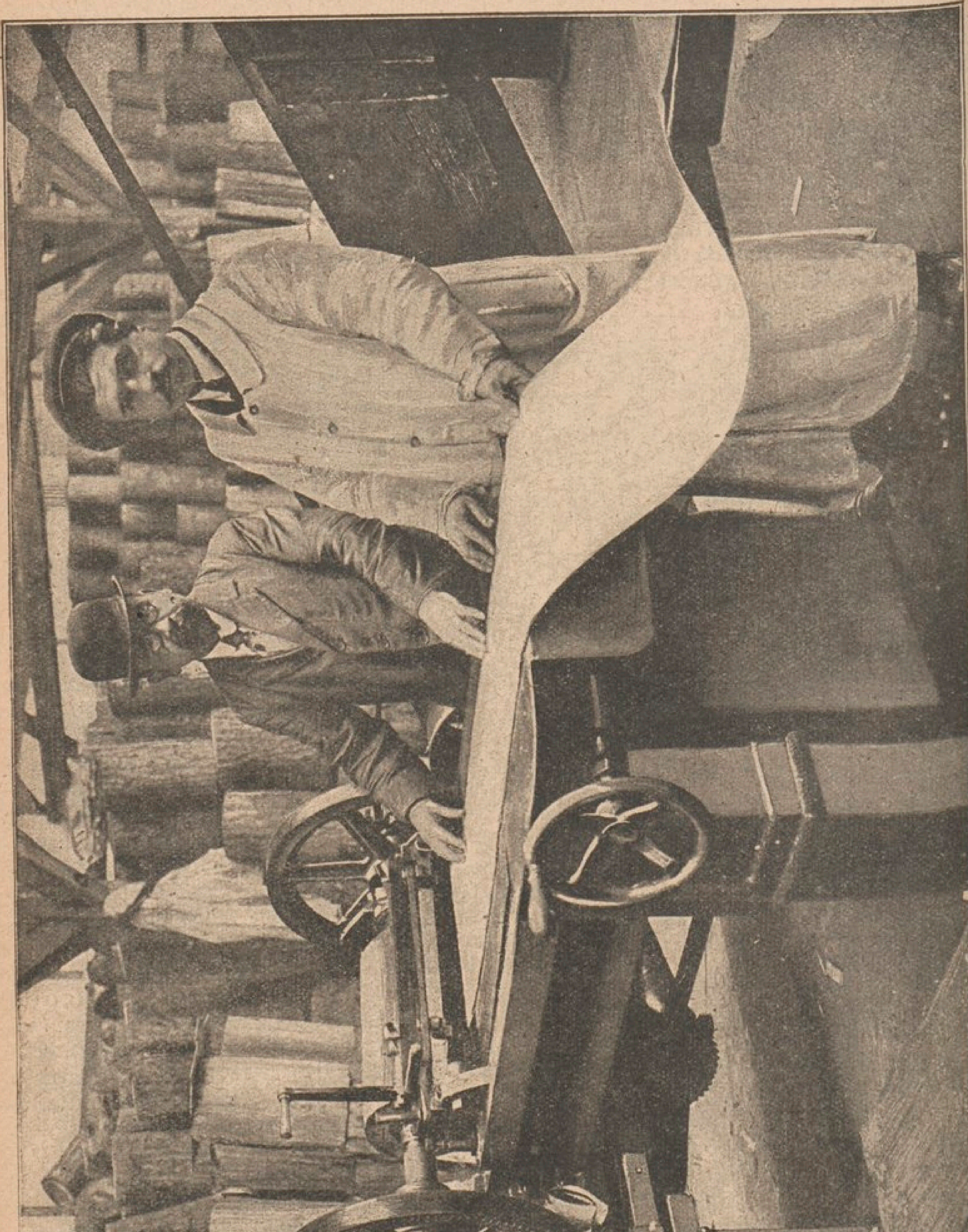
Un *débiteur* et sa *paqueteuse* pouvaient ainsi préparer, dans une journée, jusqu'à 700 bottes de chacune 1.000 à 1.100 tiges. A ce procédé un peu primitif, qui ne donnait que des produits grossiers, irréguliers, à faces pelucheuses, on a substitué le travail des découpoirs et filières mécaniques, plus compatible avec la régularité des tiges, appareils ingénieux à l'aide desquels un ouvrier peut confectionner, avec les rondelles de bois qu'on lui fournit, un million de tiges en dix heures. La pièce de bois, de section carrée, est engagée dans une boîte également carrée disposée verticalement, et un refouloir intermittent la fait descendre de deux millimètres ; des petits couteaux verticaux, distants de deux millimètres, se meuvent horizontalement au-dessous et tracent des sillons de deux millimètres d'intervalle sur la face inférieure de ladite pièce ; ces couteaux sont portés par un cadre horizontal animé d'un mouvement de va-et-vient ; ils reviennent en arrière après avoir tracé les sillons en question, et un rabot, mû en sens inverse, détache alors l'épaisseur du bois qui dépasse la boîte. Des bûchettes carrées, de deux millimètres de côté, sont ainsi débitées à chaque coup des couteaux et du rabot. Pour la fabrication d'allumettes rondes, le rab t est pourvu de trous ou filières, à bords tranchants, qui débitent des cylindres convenablement.



APPAREIL POUR LE REMPLISSAGE DES BOITES

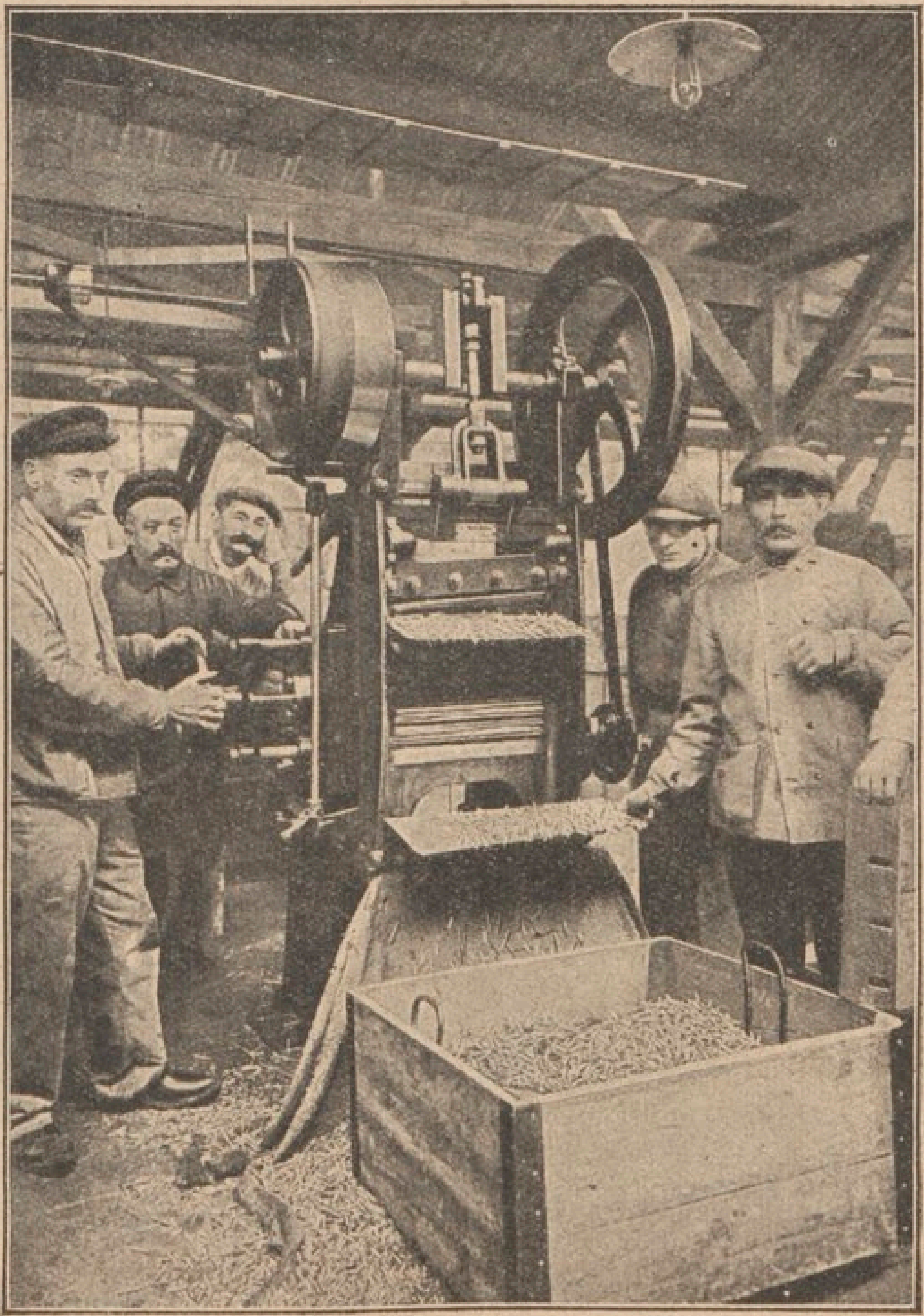
A, glace formant le côté avant de la boîte B B', laquelle est remplie d'allumettes ; T T', règles en fer, à bords recourbés, formant le fond de la boîte et laissant entre elles un intervalle pour la chute des allumettes dans la coulisse C, placée au-dessous ; P, refouloir poussant dans la petite boîte b le lot d'allumettes contenues dans la coulisse.

Un procédé plus moderne, supérieur au précédent et occasionnant moins de déchets, consiste dans le *déroulage* du bois, comme pour la confection des feuilles ou rubans de placage. Le billot écorcé, ou *grume*, scié de longueur convenable, est placé horizontalement sur la machine *dérouleuse*, entre deux plateaux, absolument semblables aux poupées d'un tour, entre lesquels il est forte-



MACHINE A TRANCHER ET A DÉROULER LES BILLOTS EN LONGUES PLAQUES DE BOIS AYANT DEUX MILLIMÈTRES D'ÉPAISSEUR

ment serré et qui lui impriment un mouvement de rotation sur son axe. Une lame tranchante, parallèle à l'axe du billot, se présente devant celui-ci, et, quand elle vient à le toucher, elle l'attaque sous un certain angle (comme l'outil attaque la pièce mise sur le tour pour être tournée). Elle découpe alors sur toute la circonférence une tranche de bois, un véritable copeau dont la largeur est égale à la longueur de la bûche ou billot, et dont l'épaisseur varie avec le réglage qu'on a fait subir à la machine. (Elle est, dans le cas qui nous occupe, de deux millimètres). En raison du rapprochement continuel de la lame et de l'axe du billot, toujours en rotation, la tranche de bois se continue sans interruption et sous la même épaisseur tant que le billot conserve un diamètre suffisant ; on le voit se dérouler au fur et à mesure que celui-ci s'amincit, comme une pièce de drap sur un comptoir. C'est, en somme, le découpage du billot en une spirale partant de la circonférence et aboutissant au centre. On forme ainsi des feuilles de bois de plusieurs mètres de longueur qui se développent planes et bien lisses (photo page précédente). On les porte ensuite sur la machine à hacher où, animé d'un mouvement d'avancement intermittent de deux millimètres, un couteau, de la même longueur que leur largeur, et portant, fixés perpendiculairement sur lui, d'autres petits couteaux très courts, distants l'un de l'autre de la longueur de la future allumette, découpe, en tiges de grosseur et de largeur convenables, la plaque de bois à chaque avancement de celle-ci au-dessus de lui. (Photo ci-dessous).

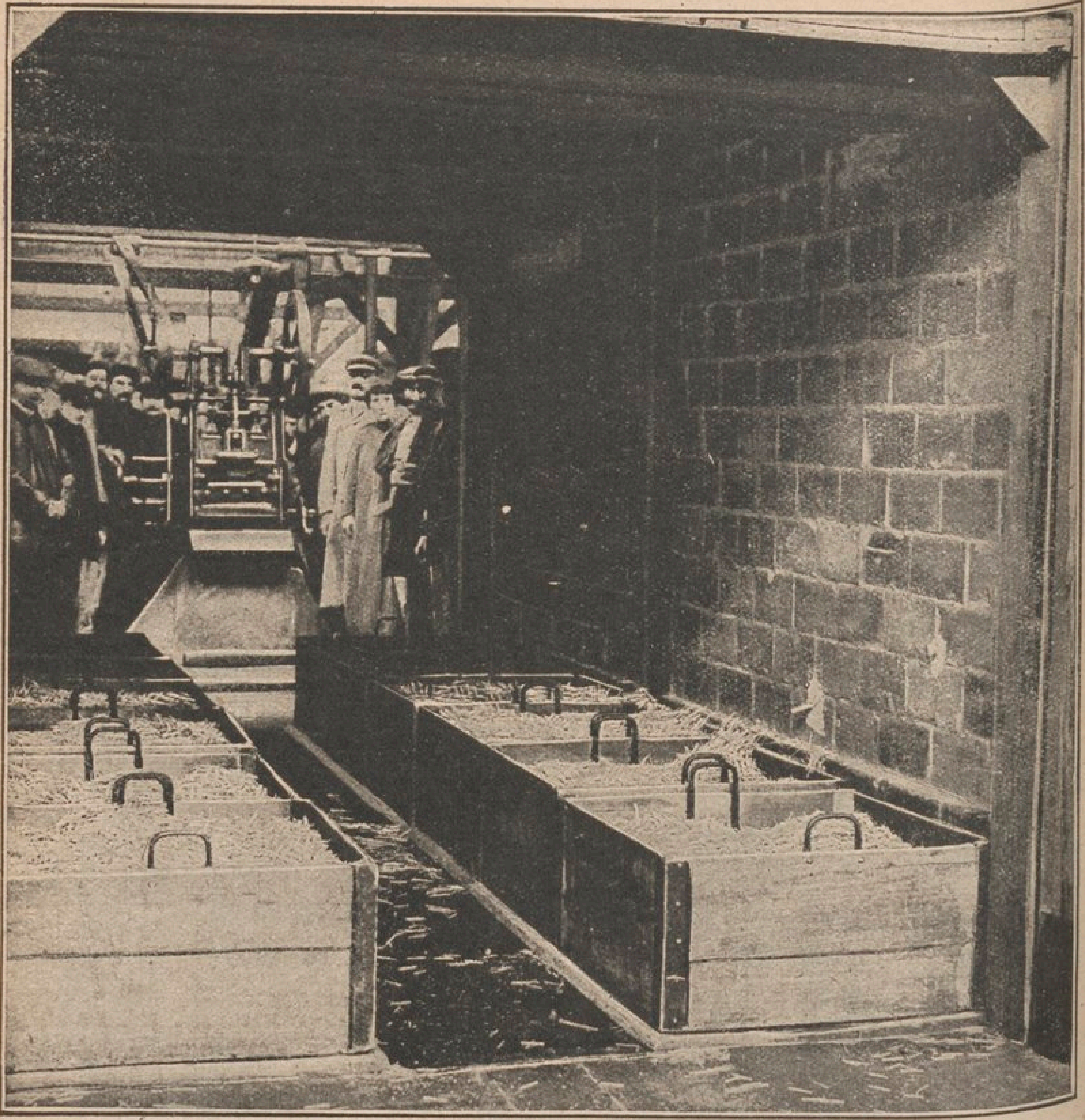


VUE AVANT DE LA MACHINE SEVÈNE ET CAHEN

La plaque de bois formée par le déroulement du billot passe au-dessous d'un couteau à mouvement alternatif de bas en haut, qui la sépare en bûchettes ou tiges de la grosseur et de la longueur des allumettes qu'elles sont destinées à former.

Après un séjour d'une heure dans les séchoirs chauffés par la vapeur à 100°, qui leur enlève toute leur humidité, ces tiges tombent sur des tables à secousses au-dessus desquelles sont tendus des fils de fer se recoupant à angles droits et formant des mailles rectangulaires dont la longueur est un peu plus grande que celle de la future allumette. Grâce aux secousses, ce grillage, sur lequel s'entassent les tiges avant de toucher la table, obligent celles-ci à se mettre toutes symétriques, bien parallèles les unes aux autres (photo page 345). On les empile alors facilement, en couches bien régulières, dans des boîtes pour les transporter à la machine qui leur fera subir l'opération du chimicage, après les avoir logées dans les alvéoles des presses que nous décrivons plus loin.

Depuis un certain nombre d'années, ce sont les bois de Russie que l'on utilise, car on a reconnu qu'ils étaient, au moins en ce qui concerne la fabrication des allumettes, très supérieurs aux bois français : ils donnent



LES TIGES SONT DESSÉCHÉES PENDANT UNE HEURE DANS DES SÉCHOIRS A VAPEUR

une tige plus lisse, plus solide et d'un plus bel aspect. Le port d'Odessa nous expédiait avant la guerre d'abondantes cargaisons de tiges toutes faites, prêtes à être mise en œuvre, ce qui nous procurait, en outre, une notable économie sur la main-d'œuvre qui, ainsi qu'on le sait, est considérablement plus chère en France qu'en Russie.

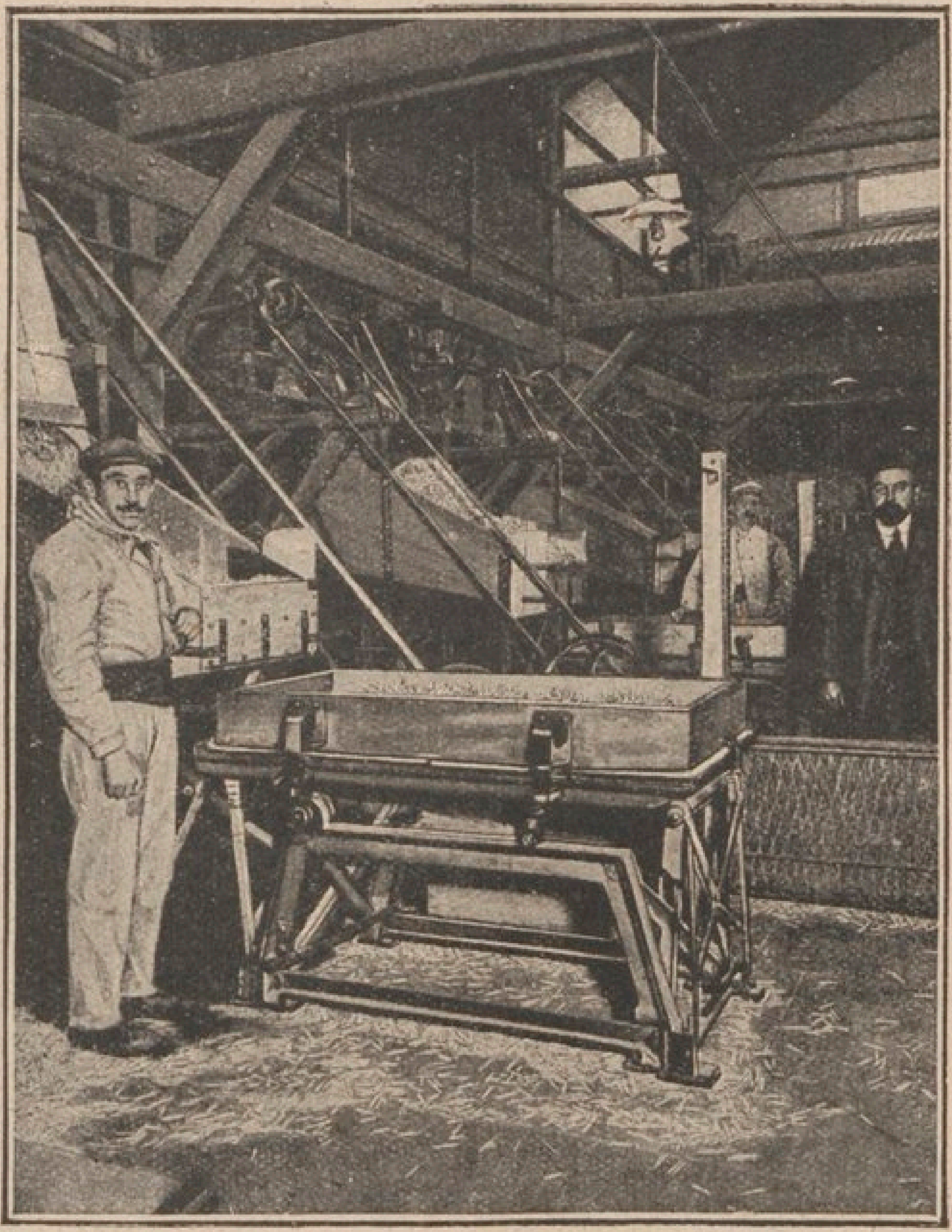
Les hostilités, en fermant la mer Noire, ont nécessairement arrêté ces envois, et, sauf quelques rares chargements de bateaux venus d'Arkhangel, nous ont privés des bois russes. Il a donc fallu revenir aux bois de France, ainsi qu'à ceux de Suisse et d'Amérique, comme on le verra plus loin.

La transformation des tiges ou bûchettes en allumettes se fait très simplement, par le soufrage ou le paraffinage et le trempage chimique d'un de leurs bouts au moyen de la presse, dont nous allons dire le rôle :

On appelle *presse*, dans les fabriques d'allumettes, des cadres en fer, ou châssis, à trois bords relevés ; deux côtés opposés sont pourvus d'une rigole dans laquelle on peut faire glisser les extrémités de règles plates en bois entre lesquelles on dispose une rangée de bûchettes devant former les allumettes, lesquelles ont une de leurs extrémités en saillie en dehors du cadre. Ces règles, qui se superposent, sont garnies de flanelle d'un côté, et, sur l'autre, présentent des crans ou rainures transversales convenablement espacés. Deux vis de pression, se manœuvrant à l'aide d'une poignée, assurent leur serrage.

Les bûchettes, au nombre de sept à huit cents, étant ainsi séparées les unes des autres (il y en a une dans chaque cran ou rainure des règles), le soufrage et le trempage s'exécutent d'une façon parfaite. L'ouvrier saisit le cadre par les poignées des vis, plonge d'un coup le bout des bûchettes dans le bain de soufre, puis dans la pâte phosphorée, qui est étalée sur une plaque de fonte chauffée à la vapeur, où elle est égalisée au moyen d'un *guide* en fer à une hauteur de quelques millimètres.

Mais la mise en presse est une opération assez longue, quelle que soit la célérité que mettent les garnisseuses à leur travail, et augmente notablement le prix de la main d'œuvre. Pour l'accélérer, on utilise la machine Walch, qui se compose d'une boîte sans fond placée au-dessus d'une plaque horizontale à rigoles ou rainures transversales. (Sur le croquis de la page 340, on a représenté cette boîte un peu en arrière de sa position, pour mieux isoler les organes ; en réalité, elle est exactement au-dessus de la plaque à rigoles). Elle est remplie de tiges et elle est animée, au moyen d'un levier, d'un mouvement alternatif latéral grâce auquel lesdites tiges tombent sur la plaque. Quand celle-ci en a reçu une quantité convenable, une brosse, mue mécaniquement, fait entrer, par son mouvement latéral, chacune d'elles dans une rainure, et, quand toutes sont garnies, un levier pousse en avant une série de refouloirs placés vis-à-vis d'elles ; ils y glissent, poussent devant eux les tiges qu'elles contiennent et les obligent à tomber dans le cadre-presse, qui a été préalablement placé verticalement sur le devant de la machine. Elles sont guidées dans leur chute par des plaques métalliques verticales, et elles se placent sur la règle qui les reçoit (et qui est semblable à celles que l'on utilise dans le garnissage à la main des presses) dans les crans ou rainures creusés sur l'une des faces de celle-ci, ainsi qu'on l'a dit plus haut, de distance en distance. Elles sont donc ainsi côte à côte sur la règle, mais sans se toucher. A chaque mouvement de la machine, l'ouvrière pose une règle sur le lit de tiges qui vient de tomber, comme dans le garnissage à la main, et, afin que la dernière règle placée soit toujours à hauteur convenable pour recevoir la rangée de tiges lui venant de la machine, le cadre-presse, suspendu à deux chaînes de Galle, à contrepoids, peut descendre verticalement, et par intermittences, d'une quantité donnée au moyen d'une pédale qui fait aussi mouvoir les autres organes (figure page 339).



PUIS LES TIGES TOMBENT SUR DES TABLES A SECOUSSES POURVUES DE GRILLAGES A MAILLES RECTANGULAIRES

Grâce à ces mailles, les tiges se placent toutes symétriquement, bien parallèles les unes aux autres.

Cinq mille tiges peuvent ainsi être mises en presse en une minute et demie.

Avant le soufrage et le trempage, ces tiges sont chauffées afin d'éviter une solidification trop rapide du soufre (dont le bain est à 140°) et de la pâte phosphorée (en fusion à 50°). De plus, comme leurs bouts conservent des traces de la scie qui les rend pelucheux et nuit à l'opération du chimicage (car la pâte s'enveloppe alors très irrégulièrement), ils sont roussis en les posant sur une plaque

de fonte fortement chauffée. Cette légère carbonisation, qui est tout à fait superficielle, favorise d'ailleurs leur inflammation.

Le trempage ou chimicage étant une opération insalubre en raison des vapeurs de phosphore qui se dégagent et que les ouvriers respirent forcément, on a imaginé en Amérique, une machine fermée pour remédier à cet inconvénient. Elle se compose d'un châssis vitré, percé d'ouvertures horizontales à ses deux extrémités, dont l'une reçoit des cadres garnis de tiges soufrées (ou paraffinées). Une chaîne sans fin les entraîne vers l'autre extrémité, de telle sorte que les bouts libres des tiges qu'ils portent sont dirigés vers le sol, ou mieux la tête en bas.

La pâte phosphorée est placée dans un réservoir placé à la partie inférieure du milieu de la machine ; on y fait plonger un cylindre horizontal cannelé dans une direction perpendiculaire à son axe, et qui est animé d'un mouvement rotatif en raison duquel les cannelures s'imprègnent de pâte chimique, laquelle vient s'appliquer sur les extrémités des tiges forcées de s'y engager par le mouvement de translation imprimé à la chaîne sans fin sur laquelle elles sont fixées (la tête en bas, ainsi qu'on l'a déjà dit) et qui passe au-dessus du cylindre. Une bonne cheminée à tirage surmonte le châssis et entraîne complètement les vapeurs du phosphore.

Après le trempage, vient le séchage, soit à l'étuve, soit, en été, simplement au soleil. Il se faisait jadis dans des locaux chauffés à l'aide de simples poêles ; la dessiccation y était mal réglee, et les vapeurs qui en résultaient étaient des plus dangereuses. On a remplacé ces installations imparfaites par des séchoirs à vapeur et à tunnels, très bien ventilés.

GROUPE DE MALAXEURS DE LA PATE AU SESQUISULFURE DE PHOSPHORE ET CHLORATE DE POTASSE

La pâte malaxée s'écoule dans des récipients métalliques à bec que l'on voit en avant des appareils.

Le dégarnissage des presses s'opère à la main. Une ouvrière enlève d'abord avec une pince les allumettes mal garnies de pâte, puis elle retire les règles l'une après l'autre tout en faisant tomber les allumettes dans une boîte à trois faces appelée *bateau*. Il faut prendre garde aux inflammations spontanées qui se produisent encore, et que l'on éteint par la projection d'un peu de sciure de bois.

Enfin, un dernier triage a lieu avant la mise en boîtes.

Celle-ci s'opère au moyen d'un appareil très simple, composé d'une grande boîte rectangulaire dont la face antérieure est en verre et que l'on remplit d'allumettes. Son fond est formé de deux règles en fer, à bords recourbés, qui ne se rejoignent pas et entre lesquelles est ménagé un intervalle destiné à laisser tomber le nombre d'allumettes que doit contenir la petite boîte, qui doit être garnie, laquelle est placée au-devant d'une

coulisse en communication avec cet intervalle. Le fond, formé par les règles, est animé d'un mouvement de va et vient latéral qui facilite la chute des allumettes dans la coulisse placée au-dessous. Quand celle-ci est pleine, un refouloir d'arrière en avant pousse dans la petite boîte le lot d'allumettes qui s'y trouve contenu. Cet appareil, en réalité, ne mesure pas le nombre, mais seulement le volume. Toutefois, en raison de la régularité des allumettes, leur volume correspond généralement à leur nombre, à quelques unités près, en plus ou en moins. Ce « plus » ou « moins » est ce ce qu'on appelle la tolérance (photo page 341).

Nous n'avons parlé, jusqu'ici, que des allumettes en bois, les plus communément employées. Il existe aussi, on le sait, des allumettes en cire, dites *allumettes-bougies*. Elles furent imaginées dans le Midi, en raison de la rareté du bois, et la manufacture de Marseille a conservé le monopole de leur fabrication. Elles se composent d'une mèche de coton recouverte d'une pâte demi-dure, formée de stéarine et de cire. Pour les confectionner, on enroule la mèche sur un treuil en avant duquel se trouve le récipient contenant la pâte cire-stéarine maintenue molle par un bain-marie. Des galets obligent la mèche à y plonger et à s'en imprégner. Elle traverse ensuite une filière à trous qui égalise son diamètre. Un couteau la découpe en bouts de longueur convenable qui tombent dans le cadre-presse. La suite des opérations s'exécute comme pour les allumettes en bois, avec cette différence qu'il n'y a pas de soufrage et que la pâte chimique y est appliquée à froid. Pour cette raison, la colle-forte que cette pâte chimique contient ordinairement y est remplacée par de la gomme arabique.

VUE AVANT DE LA MACHINE SEVÈNE ET CAHEN

Une ouvrière remplit de tiges le « bateau » placé devant elle (on le voit en blanc sur la photo) et dont le fond perforé les laisse tomber en quantité convenable sur le transporteur, plaque rectangulaire rainurée située au-dessous et de moindres dimensions que le fond du bateau. Le transporteur se rapproche alors de la chaîne sans fin qu'on aperçoit, au-dessous du bateau, avec ses lignes d'alvéoles formant de petits carrés Un jeu d'aiguilles pousse les tiges logées dans les rainures du transporteur dans les creux de la chaîne sans fin où elles sont solidement maintenues.

Mais le plus grand perfectionnement réalisé dans l'industrie des allumettes chimiques a été la construction de machines pour leur fabrication continue et tout à fait automatique. Celle des ingénieurs de l'Etat Sevène et Cahen, très remarquable, qui date de 1900 et qui est utilisée par la Régie française, soufre, chimique, sèche et met en boîte plus de deux millions d'allumettes par journée de neuf heures de travail, avec trois ouvrières seulement pour la servir.

Elle se compose d'un parallélogramme de plusieurs mètres de longueur dont tout le pourtour, dans le sens longitudinal, est occupé par une grande chaîne sans fin, d'une largeur égale à celle de la machine même, et qui est destinée à supporter les tiges devant être transformées en allumettes par le chimicage. C'est, en somme, une presse qui ne diffère de celles que nous avons décrites plus haut que par sa flexibilité, qui lui permet de faire le tour de la machine en épousant ses sinuosités, et par ses dimensions beaucoup plus vastes.

Elle reçoit sans interruption, dans les logements pratiqués dans son épaisseur, les tiges qui viennent s'y placer automatiquement, elle les transporte dans le bain de soufre en fusion, puis sur un rouleau qui enduit leur bout de pâte chimique, et, enfin, les introduit dans les petites boîtes connues de tous qu'elles sont destinées à garnir.

Ces tiges sont d'abord placées en ordre régulier dans une boîte fixée à l'avant de la machine (voir photo page 347) et appelée *bateau*, laquelle a son fond percé d'un certain nombre de fentes formant couloirs par lesquelles elles peuvent tomber une à une sur une plaque ou plateau mobile au-dessous d'elles et appelé transporteur, lequel porte des rainures perpendiculaires à sa longueur, (comme les règles des presses dont il est parlé plus haut) dans chacune desquelles se loge une des tiges venant du bateau et dont la chute est provoquée par des secousses continuelles qu'un arbre à came imprime à celui-ci. Quand il est garni de tiges, un mouvement en avant le porte tout contre la chaîne sans fin, faisant, comme nous l'avons dit, l'office de presse. A ce moment, un jeu d'aiguilles, dont le nombre est égal à celui des rainures dudit plateau transporteur, et qui sont placées respectivement vis-à-vis de celles-ci, se portent en avant et glissent dans les rainures en poussant devant elles les tiges que celles-ci contiennent (comme dans la machine de Walch déjà décrite, dont le fonctionnement, sur ce point, est à peu près identique). La plaque ou plateau transporteur et la chaîne sans fin sont alors dans une position telle, l'un par rapport à l'autre, que les extrémités des tiges ainsi repoussées vont précisément pénétrer dans les trous ou logements pratiqués dans ladite chaîne pour les recevoir. Introduites à forcement, elles y sont très solidement maintenues, et elles y forment une file ou rangée sur toute la largeur.

Le jeu d'aiguilles revient ensuite en arrière, la plaque-transporteur en fait autant, la chaîne sans fin avance d'un cran et la même opération se répète indéfiniment et régulièrement, garnissant sans cesse la chaîne-presse de nouvelles rangées de tiges.

La chaîne, guidée par ses chemins de roulements, après avoir parcouru une certaine distance, s'infléchit légèrement vers le bas en passant au-dessus du récipient contenant le soufre, formant un petit arc de cercle de deux centimètres environ de flèche. Les tiges qu'elle porte piquées sur sa face externe (et qui, par conséquent, ont leur extrémité libre dans la direction du sol) sont ainsi abaissées sur ce point et obligées de plonger, jusqu'à une certaine profondeur, dans le bain en fusion. Elles sont ainsi soufrées la tête en bas.

Leur chimicage s'opère ensuite comme dans la machine américaine décrite plus haut: un cylindre horizontal cannelé, placé au-dessous de la chaîne, dans une direction perpendiculaire à la marche de celle-ci, tourne en maintenant sa partie inférieure plongée dans le réservoir contenant la composition au sesquisulfure de phosphore, ce qui fait que les cannelures se chargent de pâte chimique ; comme elles sont pratiquées dans le cylindre de façon à correspondre par leur position aux files longitudinales des tiges, déjà soufrées, portées par la chaîne, les extrémités de celles-ci sont forcées de s'y engager, par suite du mouvement de translation continu qui leur est imprimé ; la pâte se dépose alors sur leur bout en quantité convenable.

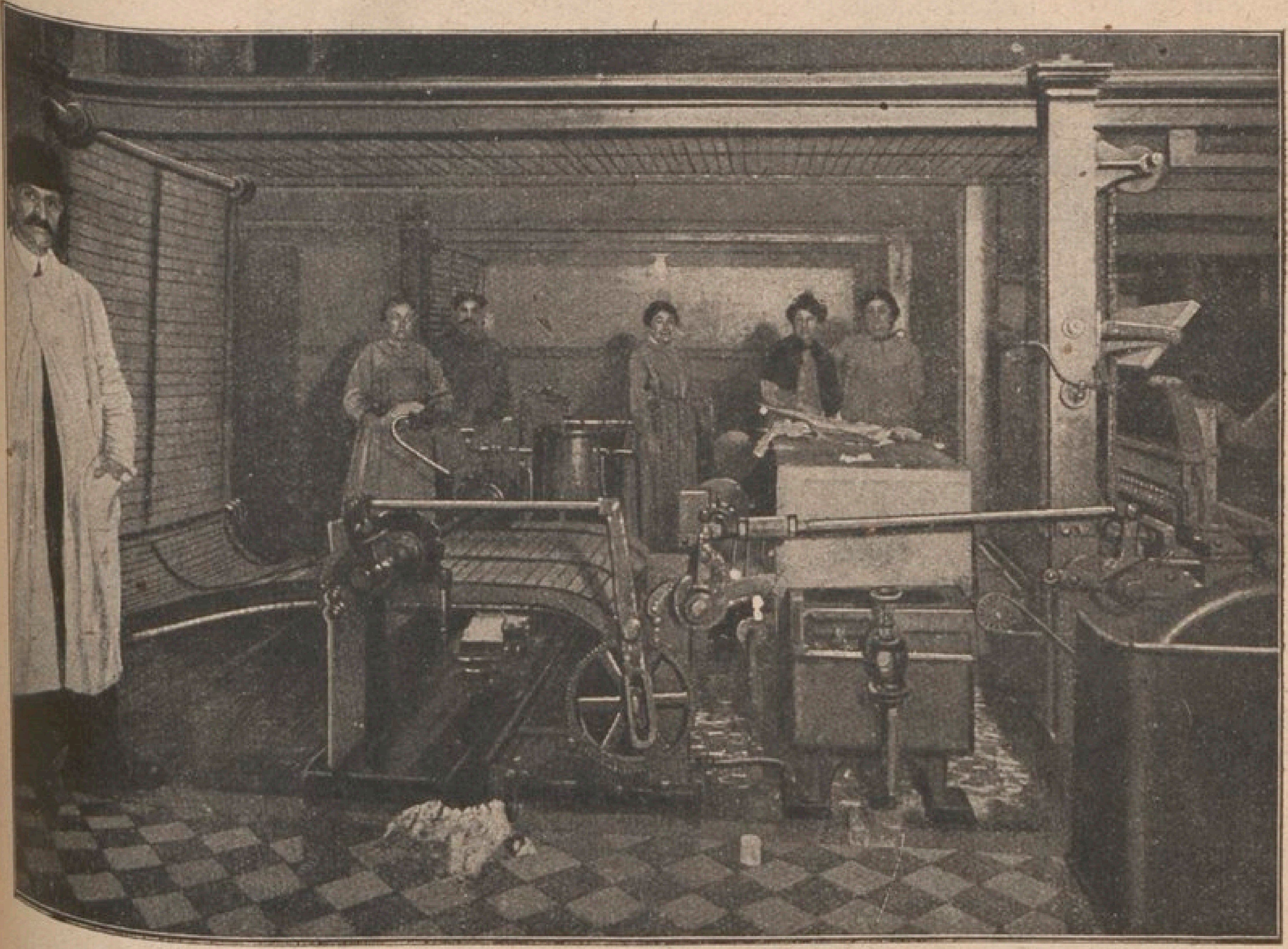
Un perfectionnement, dû à M. Chassaigne, consiste à remplacer ce cylindre cannelé par un autre sans cannelures, beaucoup plus court, et qui se déplace transversalement au-dessous des tiges portées par la chaîne sans fin, au contact desquelles il roule. La chaîne arrête alors son mouvement de translation, mais en ce point seulement, elle ne le reprend que lorsque le contact du rouleau et des têtes de tiges a cessé. Cet arrêt momentané d'une partie seulement de la chaîne est réalisé au moyen de *mous* que celle-ci possède à l'avant et à l'arrière de la ligne devant rester immobile. Quand le rouleau a terminé sa course dans un sens, il la recommence en sens inverse un instant après (dans l'intervalle de ses courses aller et retour, la chaîne reprend son mouvement de translation), et il se charge de pâte après chaque retour au point de départ, où est placé le réservoir qui la lui délivre au moyen d'organes appropriés. On peut voir ce rouleau, qui est sur le point de terminer une de ses courses au-dessous de la chaîne sans fin, sur la photo page 349.

Les tiges, devenues dès lors des allumettes, continuent à suivre lentement le chemin que leur impose la chaîne qui les porte, laquelle gagne la partie supérieure de la machine, qu'elle suit une seconde fois dans toute sa longueur mais en sens inverse, puis redescend à l'avant. Elles sont alors assez sèches pour leur mise en boîtes, laquelle s'opère automatiquement de la façon suivante :

Une ouvrière introduit dans une cheminée-entonnoir une pile de boîtes vides, formées d'une coulisse et d'un tiroir (voir photo page 350). Elles tombent sur une petite chaîne sans fin transporteuse, qui se déplace transversalement par rapport à la grande chaîne sans fin portant les allumettes, et au-devant

de celle-ci, et qui comporte une double ligne d'alvéoles, l'une antérieure, l'autre postérieure, cette dernière très rapprochée de la grande chaîne. Les boîtes se logent une à une dans les alvéoles de la ligne antérieure et un poussoir fait sortir des coulisses les tiroirs qui vont se placer dans les alvéoles correspondantes de la ligne postérieure. Ils arrivent là, à proximité des allumettes, précisément au moment où celles-ci sont chassées des trous rieure de la chaîne, correspondant à celle de la ligne postérieure dans laquelle il a cheminé, et cette coulisse est précisément celle d'où il est sorti un instant auparavant.

Les boîtes garnies subissent enfin le gratinage, qui consiste à recouvrir deux de leurs côtés d'une pâte formée de colle et de verre pilé destinée à constituer leur frottoir. Cette opération s'effectue simplement en les faisant passer entre deux brosses tournantes



L'OPÉRATION DU « CHIMICAGE » PAR LA MACHINE SEVÈNE ET CAHEN

Le rouleau portant la pâte au sesquisulfure de phosphore se déplace transversalement au-dessous de la chaîne sans fin, au contact des bouts déjà soufrés des allumettes. (On aperçoit ceux-ci à gauche de la photo comme une ligne de points blancs, au-dessous de la chaîne sans fin.) Bien garnies de pâte, les allumettes sont terminées. Elles passent dans un nouveau séchoir, puis continuent leur chemin sur la chaîne sans fin, qui remonte, passe au-dessus de la machine et va redescendre à l'avant. Le réservoir auquel le rouleau s'alimente de pâte est placé de l'autre côté de la chaîne sans fin.

qu'elles occupent dans la chaîne sans fin, par un jeu d'aiguilles agissant en sens inverse de celles qui ont servi à les y introduire. Lancées en avant, elles tombent dans les tiroirs qui se présentent devant elles, et, quand chacun de ceux-ci arrive à l'extrémité du chemin que lui fait parcourir la petite chaîne sans fin à alvéoles qui le porte, il se trouve rempli. Il est alors placé en regard d'un second poussoir qui, faisant le travail contraire du précédent, l'introduit dans la coulisse occupant l'alvéole de la ligne anté- constamment chargées de pâte par des rouleaux plongeant dans des réservoirs où celle-ci est maintenue, par des palettes, en agitation constante. (Photo à la page 351).

Les frottoirs destinés aux boîtes d'allumettes au phosphore amorphe se fabriquent exactement de la même façon. La composition de la pâte seule diffère.

Les boîtes gratinées arrivent automatiquement devant les ouvrières qui les emballent par paquets de trente et ensuite les mettent en caisses pour être livrées au commerce.

Il existe actuellement en France sept manufactures nationales d'allumettes, qui sont établies à : Aubervilliers, Pantin, Aix, Bègles, Marseille, Saintines et Trélazé. En outre, un bâtiment de la manufacture de tabac de Dijon est spécialement affecté à la préparation des tiges pour tisons, qui sont ensuite successivement garnis des deux pâtes dans les ateliers de Pantin.

Plusieurs milliers d'hommes et de femmes (ces dernières en nombre double de celui des hommes) sont affectés à cette fabrication. Leur salaire, variable suivant les régions, était, en moyenne, avant la guerre, de sept francs pour les hommes et cinq francs pour les femmes, par journée de travail effectif de neuf heures.

En ce qui concerne la vente des produits au public, laquelle est libre (c'est-à-dire qui n'est pas conférée, comme celle des tabacs, à des débitants nommés par l'Etat) c'est le département de la Seine qui, pour l'importance, tient le premier rang, tandis que les départements du Plateau Central sont ceux où elle est le moins active. L'allumette-bougie, qui entre dans le total de la consommation pour une proportion de 1 ½ %, se débite surtout dans le Midi et dans les grandes villes. Les allumettes amorphes, dont l'usage se développe progressivement, après un fléchissement passager, forment près du tiers du total des ventes.

Avant la guerre, on vendait à l'intérieur environ quarante milliards d'allumettes par an, représentant près de 35 millions de francs. La consommation moyenne, par tête d'habitant et par jour, était de près de trois allumettes, alors qu'elle était en Autriche de huit, en Allemagne, de cinq et demie, en Suisse de cinq, en Russie et aux Etats-Unis, de quatre.

LA MISE EN BOITES AUTOMATIQUE

Une ouvrière met les boîtes vides dans une cheminée-entonnoir qui les déverse sur une petite chaîne sans fin se déplaçant transversalement par rapport à la chaîne portant les allumettes. Par un jeu de poussoirs, les coulisses se logent dans une ligne d'alvéoles et les tiroirs dans l'autre ligne. Ces derniers reçoivent alors les allumettes qui sont lancées dans leur direction par un jeu d'aiguilles se déplaçant d'arrière en avant et les chassant ainsi des logements qu'elles occupent dans les chaînes sans fin. A la fin de leur course, les tiroirs garnis d'allumettes, par l'effet d'un autre poussoir, reprennent leur place dans les coulisses.

En Italie, les ventes étaient également quarante milliards, rapportant au Trésor environ dix millions de droits de fabrication. Les allumettes-bougies y sont d'un usage courant, beaucoup plus répandu que chez nous.

Pour faire face aux lourdes charges qui suivirent la guerre de 1870, on sait qu'une loi dut assujettir les allumettes à l'impôt. Une échelle de taxe fut établie par boîtes et paquets de diverses contenances, soit 3 centimes (4 centimes à partir de 1872) par centaine d'allumettes, 10 centimes pour les boîtes d'allumettes-bougies, etc... D'après les prévisions, les recettes auraient dû atteindre 15 millions de francs par an, mais, la fraude s'exerçant sur une large échelle, elles ne dépassaient pas 4.800 000 francs à la fin du premier semestre, et c'est pourquoi le gouvernement crut indispensable de procéder à l'organisation du monopole qui fit l'objet de

la loi du 2 août 1872, et qui réservait à l'Etat le droit d'achat, de fabrication et de vente des allumettes dans toute l'étendue du territoire. Elle autorisait le ministre des Finances soit à faire exploiter le monopole par l'Administration des manufactures de l'Etat, chargée de la fabrication, et par l'Administration des contributions indirectes, chargée de la vente, soit à le concéder par voie d'adjudication publique ou à l'amiable ; en outre, elle fixait les règles à suivre pour l'expropriation des usines particulières et déterminait les maxima des prix de ventes.

Le ministre des Finances, estimant que la Régie intéressée constituait le mode le plus avantageux pour le Trésor, fit procéder à l'adjudication du monopole qui fut prononcée pour vingt ans avec faculté de résiliation réciproque à l'expiration de chaque période de cinq ans, en faveur de la Société générale des allumettes chimiques, constituée au capital de 40 millions de francs.

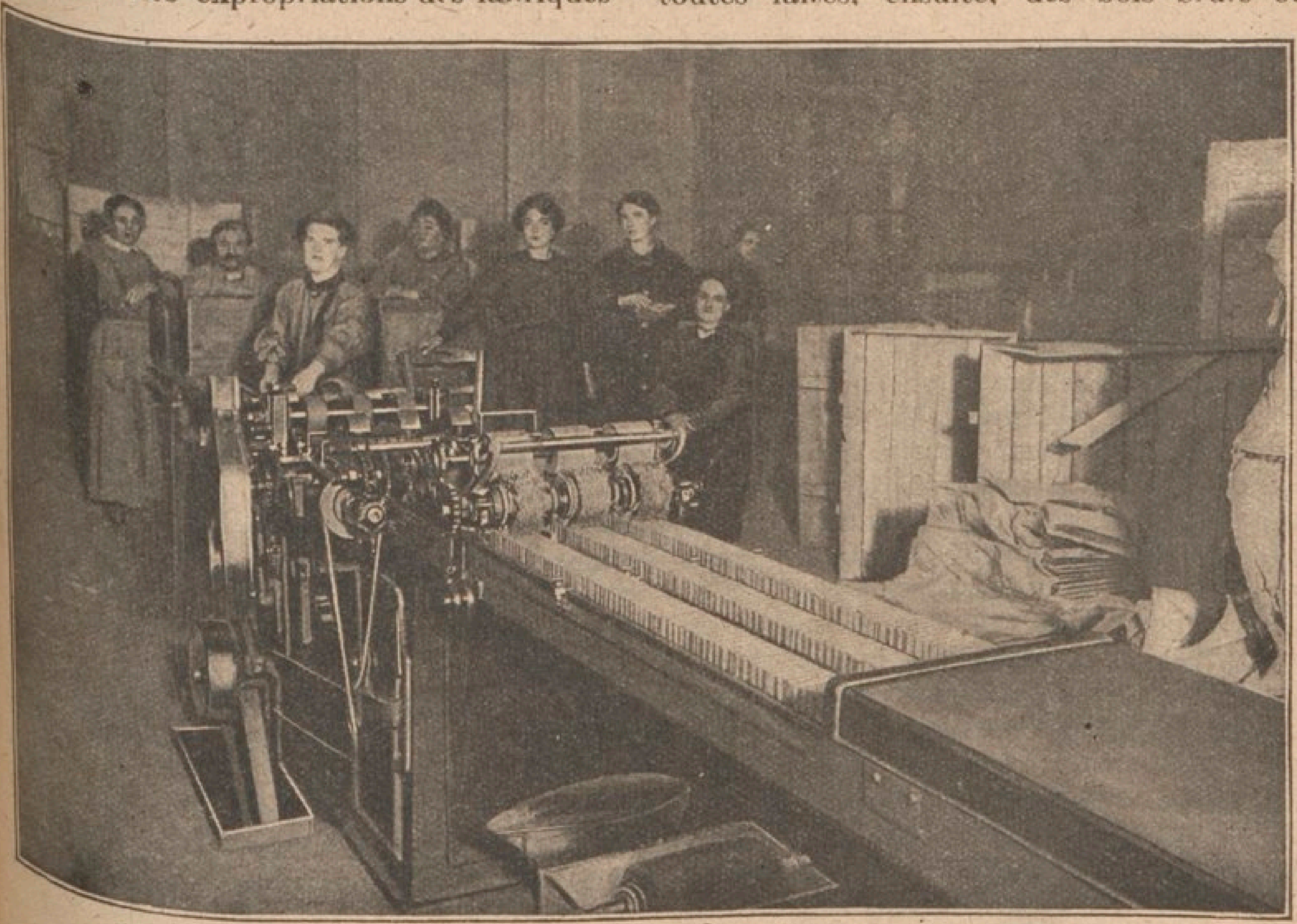
Elle devait verser annuellement une redevance fixe de 16 millions, qui fut portée plus tard à 17 millions, pour les ventes qu'elle faisait à l'intérieur, jusqu'à concurrence de 40 milliards d'allumettes, plus une redevance proportionnelle pour les quantités excédant ce chiffre. Les expropriations des fabriques existantes entraînèrent une dépense de plus de 32 millions, plus une somme de près de 3 millions pour achat d'outillage et de stocks.

A la fin de 1888, le traité fut dénoncé, et, sur l'invitation de la Chambre, le gouvernement exploita directement le monopole.

Le produit total de l'impôt, depuis le 29 novembre 1871, première date d'application de la loi, jusqu'au 31 décembre 1889, date d'expiration du traité avec la société concessionnaire, a été de près de 272 millions de francs. Sous la gestion directe de l'Etat, le bénéfice annuel avait, après dix années, augmenté de près de moitié : il s'élevait, en 1900, à près de 24 millions de francs.

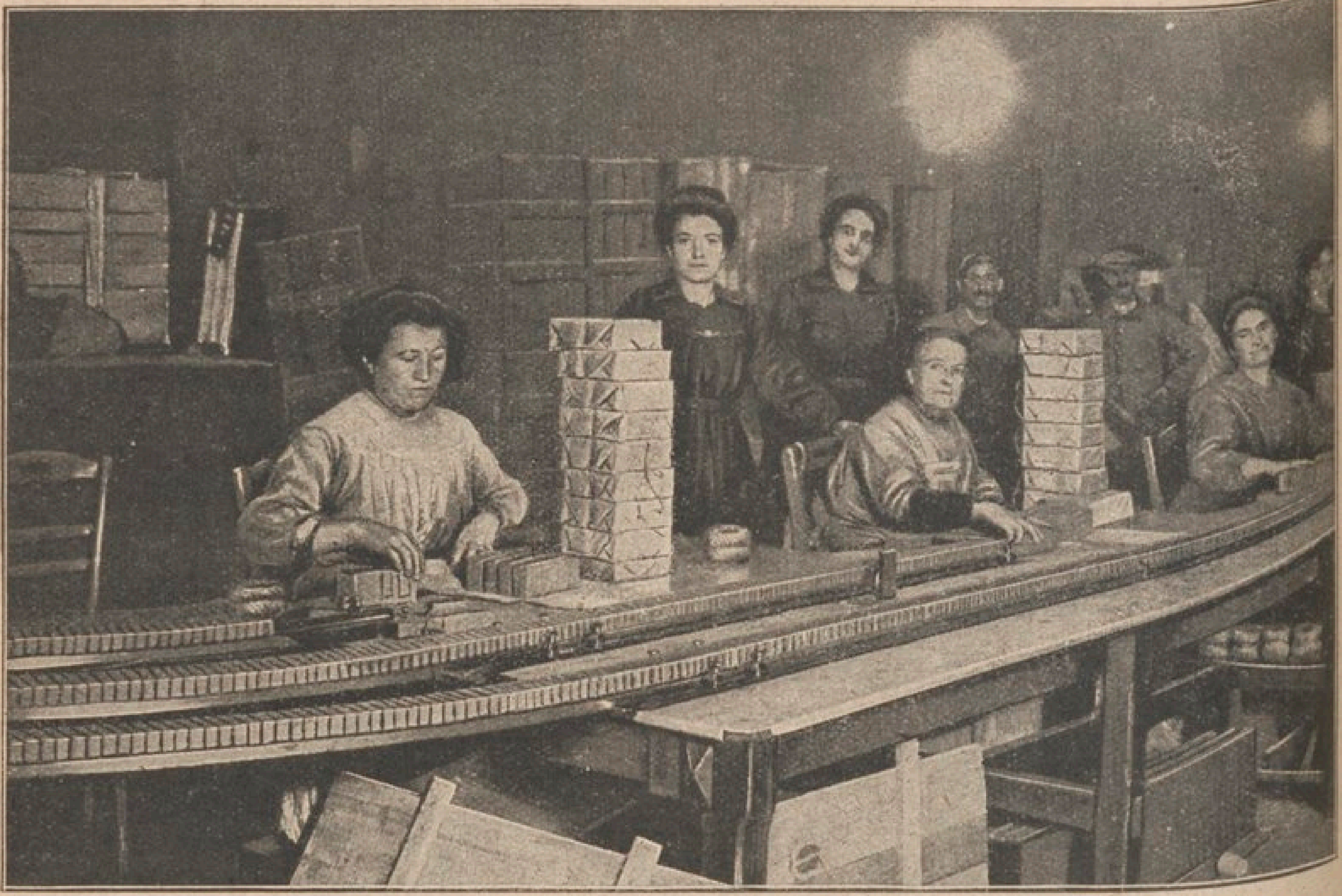
Depuis cette époque, en dépit de la remise en usage des briquets de diverses natures, et malgré le développement de l'éclairage électrique, le produit du monopole n'en a pas moins été toujours en s'accentuant chaque année, donnant de gros bénéfices.

La guerre a porté un coup sérieux à la fabrication des allumettes. Privés des tiges qui nous venaient d Russie, nos directeurs de manufactures, pour éviter une crise, durent s'adresser en toute hâte aux pays dont les frontières nous étaient accessibles pour se procurer, d'abord des allumettes toutes faites, ensuite, des bois bruts ou



L'UNE DES DERNIÈRES OPÉRATIONS : LE GRATINAGE DES BOITES

Les boîtes passent entre des brosses garnies de pâte par des rouleaux plongeant dans des réservoirs, ce qui les munit d'un frottoir sur deux de leurs côtés. Puis elles traversent en tunnel un coffre en tôle où elles sont séchées.



LA MISE EN PAQUETS DES BOITES D'ALLUMETTES TERMINÉES

Un transporteur horizontal, circulant au niveau d'une longue table, amène les boîtes devant les ouvrières qui les recueillent au passage. Elles en font des paquets de trente, qui sont envoyés aux magasins d'expédition.

débités. La Suisse, la Suède, l'Angleterre, l'Amérique devinrent nos fournisseurs. Ce dernier pays, surtout, nous expédia des allumettes à deux pâtes dont l'excellence fut vite appréciée du public. La guerre se prolongeant, on installa dans diverses manufactures, à Aubervilliers, notamment, des chantiers et ateliers fort bien aménagés pour le débitage des bois venus de divers côtés et leur transformation en tiges.

Les produits chimiques donnèrent aussi des soucis. Cependant, une grande maison parisienne, grâce à la réquisition, put toujours fournir à temps des quantités suffisantes de phosphore rouge et de sesquisulfure de phosphore, et les raffineries de Marseille ne nous laissèrent pas manquer de soufre. Enfin, heureusement, la pénurie générale de main-d'œuvre, conséquence de la mobilisation, affecta aussi peu que possible les manufactures, le personnel ouvrier étant composé en majeure partie de femmes.

Mais tout cela coûta cher. La hausse énorme des salaires, celle non moins grande prix du bois et des matières premières, les plus-values des prix de confection des boîtes, qui durent être payées deux centimes et demi, firent que, malgré l'augmentation de 50 % sur les prix de vente, l'Etat dut dire adieu aux beaux bénéfices d'autrefois.

Bref, plaie d'argent n'est pas mortelle, et, ce qui était essentiel, nous n'eussions jamais manqué d'allumettes si, au cours du second semestre de l'an passé, la crise des transports n'était pas venue compliquer la situation. Des quantités considérables de tiges et d'allumettes toutes faites, achetées en Suisse, durent attendre pendant de longs mois dans les gares-frontières, faute de wagons pour les transporter. Pour la même cause, les boîtes que l'Administration fait fabriquer dans le Limousin, ne purent être acheminées vers les manufactures, lesquelles durent conserver leurs stocks de produits fabriqués, impossibles à livrer aux débitants sans emballage. Cet état de choses dura jusqu'à ce que les Allemands nous eurent rendu les wagons qu'ils nous avaient enlevés en 1914.

Aujourd'hui, la situation est redevenue normale. Les bois et les tiges confectionnées vont à nouveau nous arriver de Russie ; nous ne sommes plus obligés de demander aux pays étrangers des allumettes toutes faites, nos manufactures ayant repris leur activité et travaillant à pleine production, et la consommation, qui avait nécessairement fléchi, a repris sa marche ascensionnelle.

DOMINIQUE GASSIER.

POUR ÉVITER L'EXPLOSION DES FILMS CINÉMATOGRAPHIQUES

Par G. BROCHER

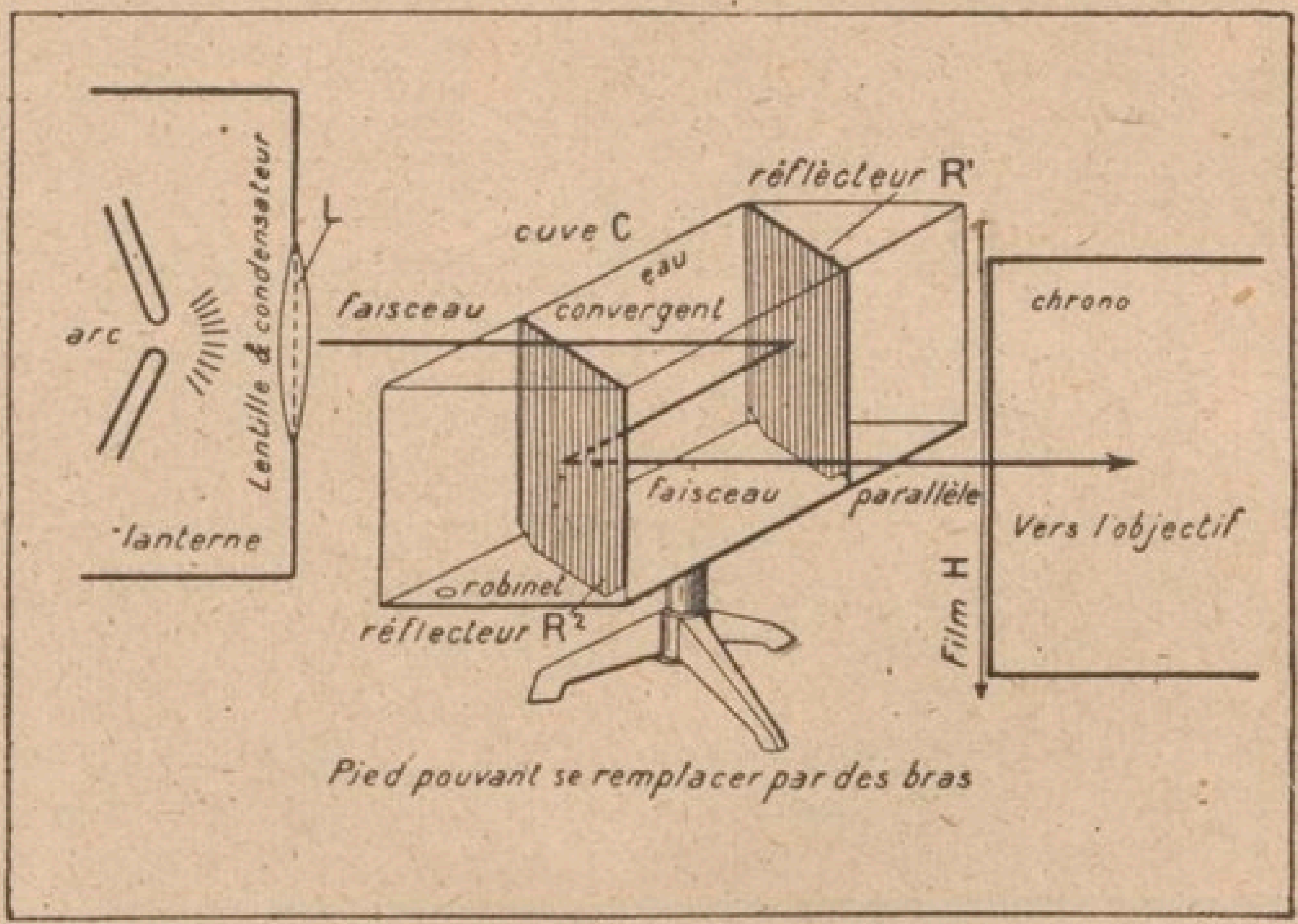
Le nombre des victimes d'incendies dans les cinématographes a été, malheureusement, trop considérable jusqu'ici. Les divers Etats ont cherché à empêcher ces terribles accidents, mais les mesures prises par eux ne sont que des palliatifs. A présent, les appareils de projection doivent être séparés de la salle des spectacles par un mur, ou bien ils sont enfermés dans une cabine métallique. Malgré ces précautions, des explosions peuvent avoir lieu et mettre en danger la vie de l'opérateur, si même le bruit de l'explosion ne provoque pas une panique parmi les spectateurs.

On sait que le film doit passer avec rapidité devant la lanterne de projection, qui donne souvent une lumière de 5.000 bougies ; les rayons condensés feraient exploser tout film qui resterait une seconde exposé à la chaleur énorme qui se dégage de l'arc électrique. On a lancé dans le commerce des films dits ininflammables, préalablement imprégnés d'un liquide oléagineux, mais la chaleur fait bientôt évaporer l'huile qui tapisse le celluloïd, et le film perd rapidement son ininflammabilité.

Quelqu'un qui réussirait à empêcher mécaniquement les explosions de films rendrait à l'humanité un service considérable, car il sauverait bien des vies humaines. Il semble qu'un inventeur belge, M. Cocriamont, a résolu le problème et que, dorénavant, les cinémas n'offriront plus de danger.

Nous avons vu au théâtre Apollo, à Lausanne, pendant que M. Cocriamont était l'opérateur, des films ordinaires rester des heures entières exposés aux rayons d'une lampe électrique de 5.000 bougies, sans qu'on ait eu à constater la moindre velléité d'incendie. Le film passait ou restait immobile à un signal donné.

Cette invention peut s'adapter à tous les appareils cinématographiques existants. Dans les appareils ordinaires, les rayons passent à travers un condensateur composé de deux lentilles convexes d'un côté et planes de l'autre, séparées l'une de l'autre par un espace libre. Cette disposition évite l'aberration, sortes de places mortes que produirait une lentille simple, mais elle a l'inconvénient de concentrer le foyer lumineux à un endroit où la chaleur devient si intense que le film qui s'y trouve prend feu pour peu qu'il s'arrête.



VUE PERSPECTIVE DE LA CUVE EN CRISTAL OU EN VERRE RENFERMANT LES RÉFLECTEURS

M. Cocriamont a collé les deux lentilles l'une contre l'autre, les deux parties planes se touchant. Il emploie aussi une lentille biconvexe (légèrement périscopique).

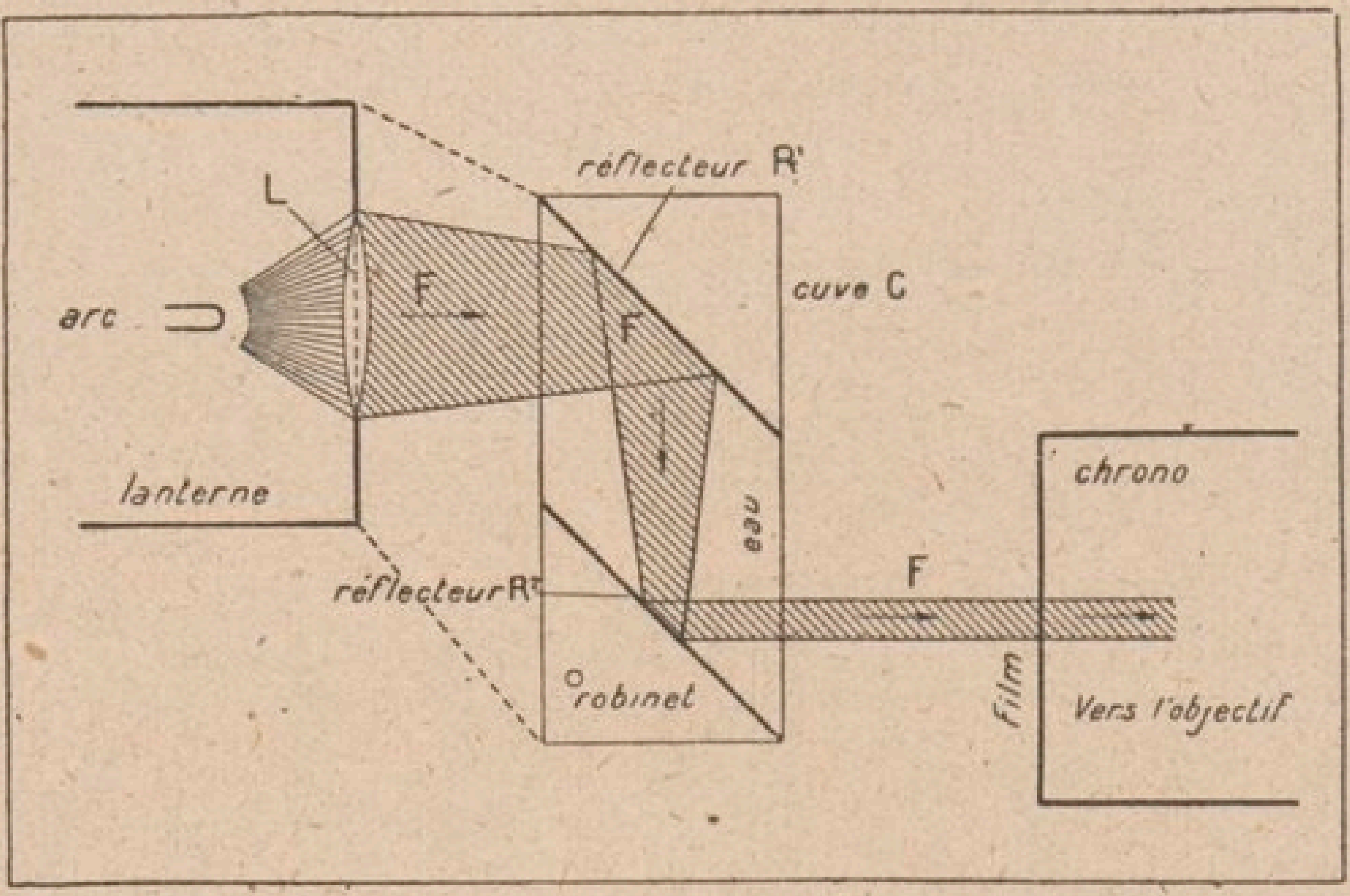
Les rayons convergent alors et viennent frapper un réflecteur de construction spéciale qui les renvoie à un autre réflecteur ; ils forment alors un faisceau de rayons parallèles dirigés vers le film et l'objectif.

Le condensateur doit être de grande dimension (150 millimètres, par exemple). Avec des condensateurs de moindre dimension (100 millimètres, 110 ou 115 millimètres) il serait nécessaire d'employer une lentille supplémentaire de redressement. Les rayons, après avoir passé à travers le conden-

sateur, traversent une cuve en cristal ou en verre à quatre parois parallèles, dans laquelle sont disposés convenablement les deux réflecteurs dont nous parlerons ci-dessous.

La cuve peut être de dimensions variées, par exemple 25 centimètres de longueur sur 11 de largeur et 12 de haut. Elle peut être fermée par un couvercle muni d'une tubulure pour l'échappement de la vapeur, et d'un entonnoir au moyen duquel on peut introduire l'eau dans la cuve, d'où, après l'usage, on peut la faire écouler par un robinet. La cuve une fois remplie d'eau bien pure, de préférence distillée, on y plonge deux réflecteurs plans, formant avec les parois de la cuve un angle de 45 degrés et les faces réflectrices placées en regard.

La cuve est posée sur un pied, qui peut être articulé ou muni d'une crémaillère permettant d'amener ladite cuve ainsi que les réflecteurs exactement à la hauteur du condensateur.



LE DISPOSITIF DE RÉFRIGÉRATION DE LA LUMIÈRE CONDENSÉE VU EN DESSUS

L'inventeur a constaté : 1° qu'un ou plusieurs réflecteurs plans plongés dans l'eau produisent le phénomène d'équilibre mobile des températures et que cet équilibre a lieu grâce au faisceau lumineux qui, dans la cuve remplie d'eau, devient un faisceau d'eau chaude communiquant sa chaleur au réflecteur ; 2° qu'il n'y a pas de comparaison entre la réflexion de la lumière *diffuse* sur un réflecteur plan et la *rupture* d'un faisceau de lumière condensée sur un réflecteur de forme identique.

Les réflecteurs employés par M. Cocriamont sont : ou deux miroirs de verre solides ; ou deux réflecteurs d'argent poli ou de métal argenté ; ou deux réflecteurs de nickel ou de métal nickelé. L'assemblage de ces deux réflecteurs peut varier suivant l'usage et l'intensité des postes cinématographiques.

D'après le principe de physique énoncé plus haut, la chaleur est absorbée :

a) Légèrement par les réflecteurs de verre, mais suffisamment pour empêcher l'incendie, la carbonisation des films en celluloïd, lors de leur arrêt plus ou moins long devant la lumière à des intensités normales (50 volts, 50 ampères, par exemple) ;

b) Davantage par les réflecteurs d'argent ;

c) Complètement par ceux de nickel ;

On peut, au gré du constructeur, associer les deux plaques de la façon suivante :

1° Deux réflecteurs de verre ;
2° Un réflecteur de verre et un d'argent ;
3° Un réflecteur de verre et un de nickel ;
4° Deux réflecteurs d'argent ;
5° Un réflecteur d'argent et un de nickel ;
6° Deux réflecteurs de nickel.

Cet assemblage variable a pour but de faciliter l'absorption de la chaleur ; les métaux brillants réfléchissent toute la lumière ; le métal nickelé est préférable au nickel et produit des reliefs remarquables. Les réflecteurs de verre et d'argent donnent une pureté parfaite de lumière.

On peut relier les deux réflecteurs dans la cuve à l'aide d'une petite attache.

La lumière de l'arc est condensée par la lentille *L* ; le faisceau lumineux *F* sort convergent, pénètre dans la cuve *C*, frappe le réflecteur R^1, se réfléchit sur le réflecteur R^2 pour sortir en rayons parallèles et éclairer le film. Le diamètre du faisceau lumineux est alors exactement égal à celui employé actuellement pour l'éclairage du film.

On comprendra que le point incendiaire du foyer des lentilles employées actuellement disparaisse aussi complètement que possible, les rayons du faisceau lumineux étant parallèles et produisant par cela même un grand avantage dans la répartition de la lumière.

Des essais longs et nombreux ont permis de constater que, durant des heures, l'échauffement de l'eau est très minime.

La mise au point consiste à écarter latéralement de huit centimètres environ et de sept centimètres en profondeur, la lanterne (condensateur) de sa position actuelle.

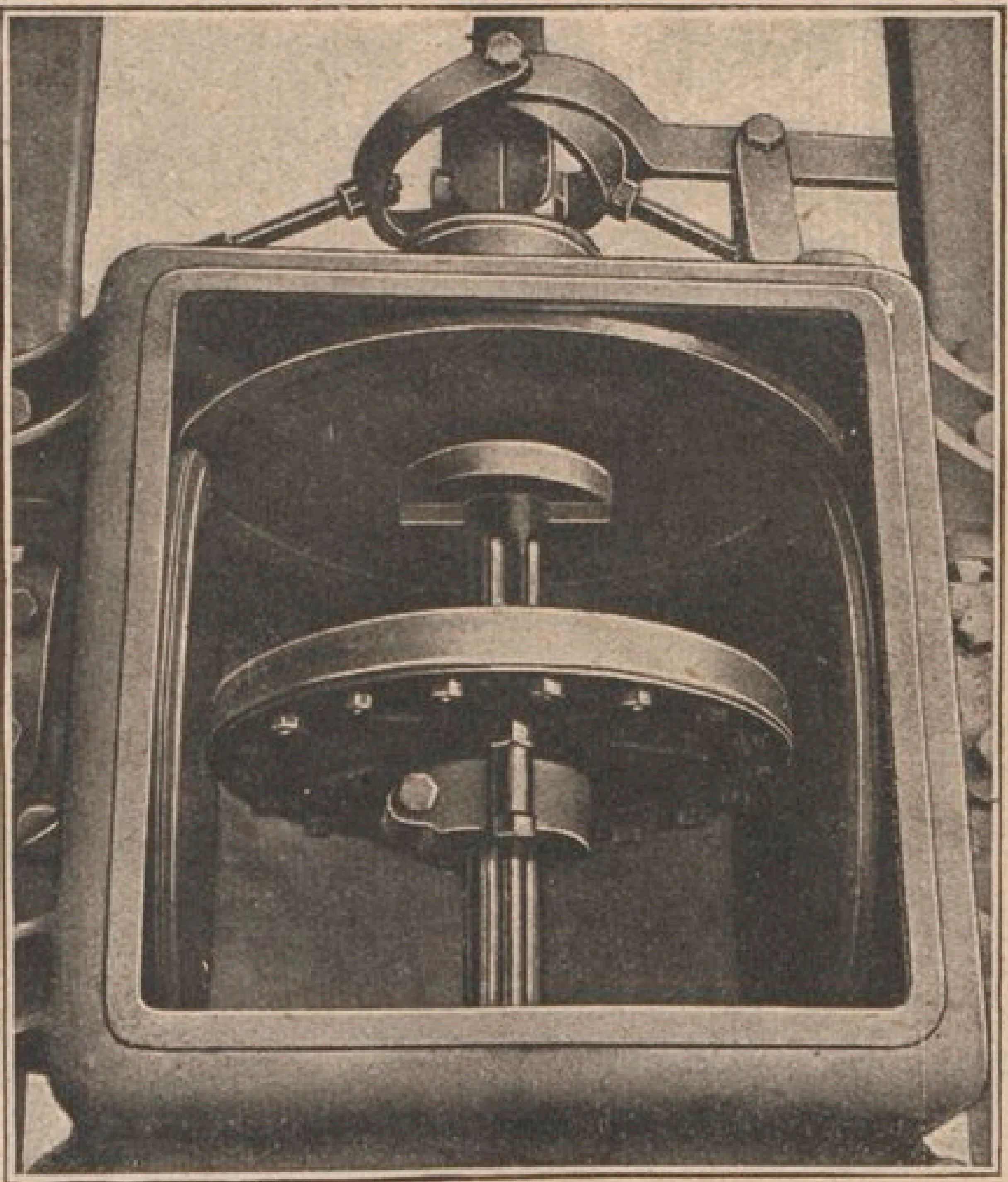
La paroi de la cuve *C* (face à la lanterne) en est distante d'environ onze centimètres ; la paroi face au chrono en est distante d'également onze centimètres.

G. Brocher.

UNE INGÉNIEUSE TRANSMISSION PAR PLATEAUX DE FRICTION

Par Arthur GASQUET

Ce n'est certes pas une nouveauté que le mode de transmission de mouvement par plateaux de friction ; c'est même un procédé des plus séduisants par sa grande simplicité puisque, en principe, deux plateaux suffisent, l'un appuyant perpendiculairement sa tranche sur la surface de l'autre, qui l'entraine par frottement. L'un est commandé par le moteur ; l'autre, dit baladeur, promène son unique point de contact sur toute la largeur du premier et permet ainsi d'obtenir, sans l'emploi d'aucun engrenage, toutes les vitesses possibles, depuis le zéro, ou point mort, situé au centre même du plateau moteur, jusqu'à la plus grande, lorsque le point de contact se trouve à la périphérie. Ce procédé permet ainsi, sans l'emploi d'arbre secondaire ni de pignons intercalés, de donner le changement de marche ; il suffit, simplement, de déplacer le disque baladeur de l'autre côté du centre du plateau moteur qui, sur tous les points de cette seconde moitié de sa surface, l'entraînera en sens inverse. Il semble donc que l'entraînement par friction, du fait même de sa simplicité théorique tout au moins, aurait dû se généraliser dans l'industrie automobile comme il l'a été dans la blanchisserie, par exemple, où toutes les essoreuses sont actionnées d'après ce système. Sa défaveur, en automobile, provient surtout de la pression que doit exercer le plateau baladeur contre le plateau moteur, pour qu'il n'y ait pas glissement. Cette pression varie suivant la position des plateaux ; elle doit être d'autant plus forte que le point de contact et d'entraînement, par conséquent, se rapproche davantage du centre et que la vitesse transmise doit être plus réduite. Cette condition qui nécessite l'emploi de ressorts antagonistes puissants, a pour conséquence des organes très lourds pour être résistants et qui, néanmoins, ne sont pas à l'abri d'une dénivellation de surface ou d'un gauchissement.



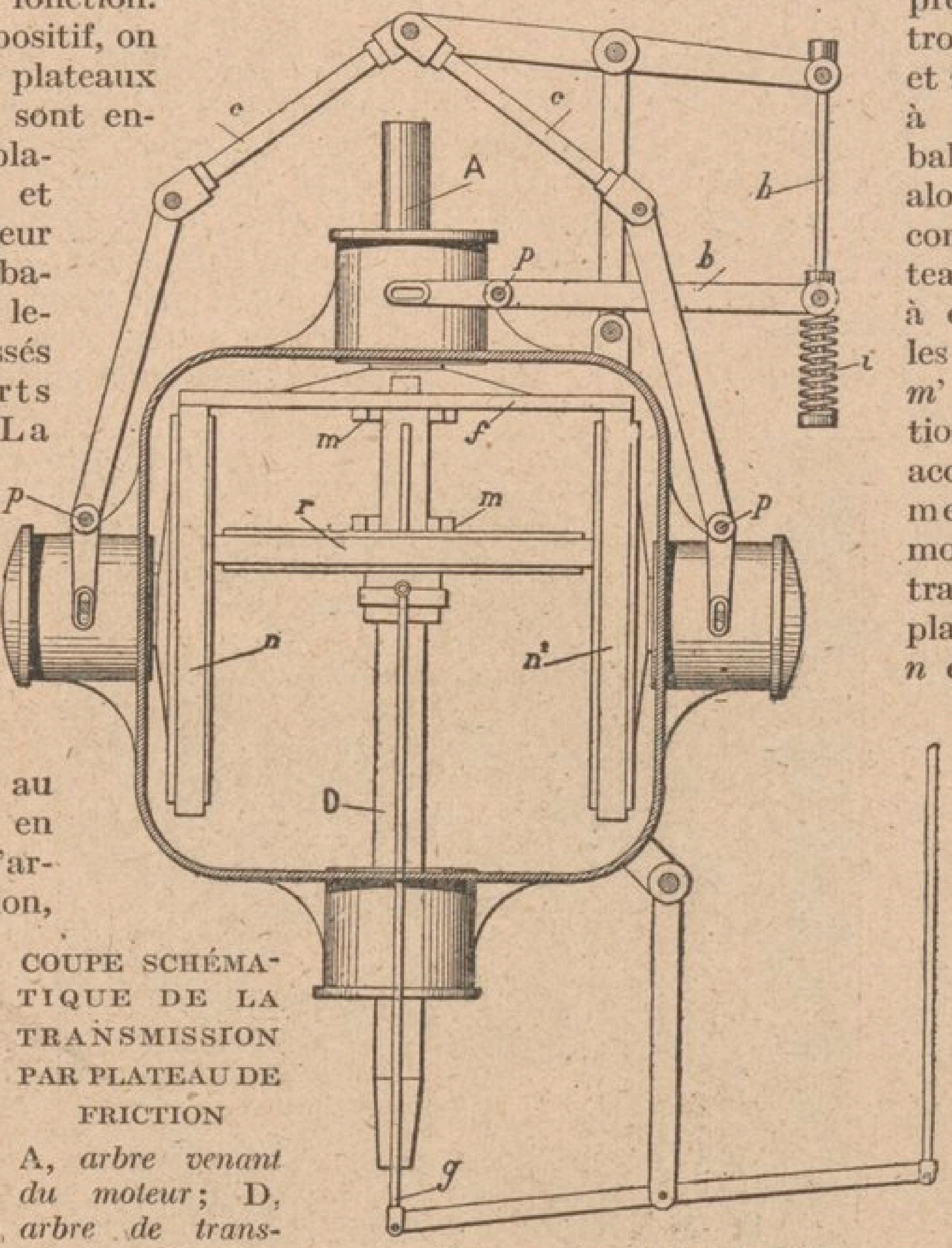
LA TRANSMISSION PAR PLATEAUX MONTÉE SUR UN CHASSIS D'AUTOMOBILE

Ce mode de transmission a été heureusement modifié et complété par l'ingénieur Nardon, qui paraît avoir réussi à supprimer les inconvénients signalés plus haut. Non seulement il a obtenu l'équilibre des pressions sur le disque baladeur par l'addition de deux plateaux parallèles qui emprisonnent celui-ci, mais il a su ajouter le très réel avantage de la prise directe, c'est-à-dire de la transmission de mouvement du moteur aux roues motrices sans intermédiaires, ce que le système à deux plateaux ne permet pas.

Dans le procédé Nardon, que nous allons décrire succinctement, on fait donc usage de quatre plateaux : 1° un plateau moteur, *f*, placé parallèlement au volant ou pouvant, au besoin, servir de volant lui-même ; 2° deux

plateaux n, n^2, parallèles entre eux et perpendiculaires au plateau moteur contre lequel ils s'appliquent, à sa périphérie ; 3° le disque baladeur, r, qui coulisse directement sur l'arbre commandant le différentiel et les roues motrices. Le plateau moteur et le disque baladeur sont chacun munis à leur centre et sur celles de leurs faces qui se regardent, de mâchoires dont nous expliquerons plus loin la fonction.

D'après ce dispositif, on voit que les deux plateaux parallèles, n, n^2, sont entraînés par le plateau moteur f, et entraînent à leur tour le disque baladeur, r, contre lequel ils sont poussés par des ressorts antagonistes. La pression, se trouvant répartie également entre les plateaux n et n^2, est ainsi équilibrée et empêche le gauchissement. Quant au disque r, il peut, en coulissant sur l'arbre de transmission, D, prendre toutes les positions entre le point mort et la plus grande vitesse, et donner également le changement de marche en passant en arrière du point mort.



COUPE SCHÉMATIQUE DE LA TRANSMISSION PAR PLATEAU DE FRICTION

A, *arbre venant du moteur*; D, *arbre de transmission*; h, *tige commandée par la pédale du débrayage*; b, c, *bras de leviers*; i, *ressort*; f, *plateau moteur*; n, n², *plateaux parallèles*; r, *disque baladeur*; g, *commande du baladeur*; m, m¹, *mâchoires*.

La manœuvre de cette transmission s'opère de la façon suivante : à l'aide des différents bras de leviers articulés, b et c, pivotant autour des points p, et commandés eux-mêmes par la t ge h, qui tend le ressort i, on agit simultanément sur les trois plateaux, f, n et n^2, qui s'écartent. Le plus petit écart suffit pour libérer le disque baladeur. On déplace alors celui-ci à l'aide d'une commande spéciale g ; on l'amène à la position correspondante à la vitesse que l'on veut obtenir et, à ce moment, ramenant les leviers à leur position première, on embraye et on remet en prise l'ensemble des plateaux. Le volant f entraîne n et n^2 qui transmettent son mouvement au disque baladeur r.

Quand on a épuisé toute la série ascendante des vitesses que peut fournir la combinaison des plateaux et que, néanmoins, la voiture est susceptible de prendre une allure encore plus rapide, on emploie la prise directe. Pour cela, on écarte, comme précédemment, les trois plateaux f, n et n^2, et l'on pousse à fond le disque baladeur qui vient alors presque en conta t avec le plateau moteur f. C'est à ce moment que les mâchoires m et m' entrent en actions, s'engrènent et accouplent directement l'arbre du moteur et l'arbre de transmission. Les plateaux parallèles n et n^2 deviennent fous et toute la puissance passe, sans intermédiaire, du volant au pont arrière et aux roues motrices.

C'est une solution ingénieuse et élégante du problème de la transmission par friction. On s'explique aisément le bénéfice de ce mode de transmission : progressivité d'abord, due à la possibilité de glissement des plateaux dont on peut régler l'adhérence et, par conséquent suppression du bruit des engrenages au moment où on les met en prise; simplicité de manœuvre puisqu'un seul arbre suffit pour obtenir toutes les vitesses; enfin, changement de marche sans l'emploi d'arbre secondaire et de pignons interposés. Et, ce qui fait l'originalité du dispositif ci-dessus, c'est la combinaison de ces différents plateaux qui permet de passer en prise directe, sans autre point de contact que celui des mâchoires.

A. GASQUET.

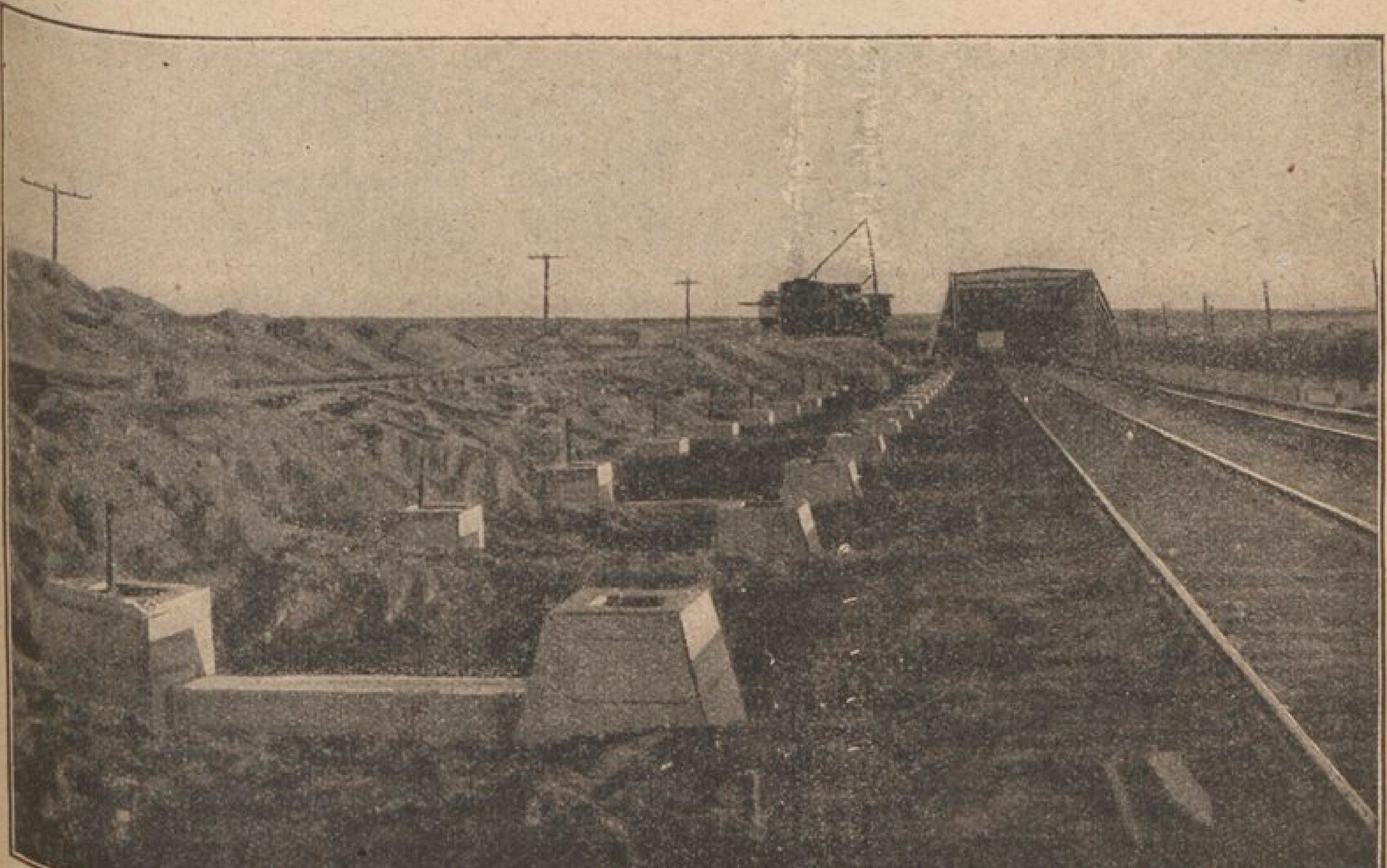
LA DÉFENSE DES VOIES FERRÉES CONTRE LA NEIGE, AUX ÉTATS-UNIS

Par Lucien REBEL

Pendant l'hiver de 1916-1917, la ligne principale de l'Union Pacific Railroad (voir *La Science et la Vie*, n° 41, page 390) qui traverse l'Etat de Wyoming (Etats-Unis) a été interceptée en plusieurs points d'une manière très grave, à plusieurs reprises et pendant une longue période de temps, par des amoncellements de neige tellement abondants que, de mémoire d'ingénieur, on n'en avait jamais vu de pareils. La neige, mélangée à la boue et au gravier, avait formé une sorte de ciment tellement compact, que les puissants chasse-neige rotatifs envoyés d'Omaha pour procéder au déblaiement, n'avaient pas pu l'entamer. Il fallut attaquer ce magma au moyen de pelles et de pioches et mobiliser à cet effet plusieurs milliers d'hommes afin de dégager la station de Rock River, à 969 kilomètres à l'ouest d'Omaha et à 464 kilomètres à l'est d'Ogden, ainsi que les gares voisines de Medicine Bow et de Wilcox. Ce fut un travail gigantesque qui demanda énormément de temps.

Contrairement à ce que l'on croit généralement, ce n'est pas toujours dans les pays les plus montagneux que les amas de neige sont le plus à craindre et interceptent avec le plus de fréquence la circulation sur les voies ferrées.

Certes, les lignes de l'Auvergne et de la Savoie, de même que celles qui franchissent toutes les grandes chaînes de montagnes, comme, par exemple, les Montagnes Rocheuses, sont souvent coupées par des avalanches de neige détachées par le vent ou par le dégel des sommets qui dominent la plate-forme supportant les rails. Mais, dans les plaines, il



INFRASTRUCTURE D'UN ABRI CONTRE LES NEIGES, AUX ÉTATS-UNIS

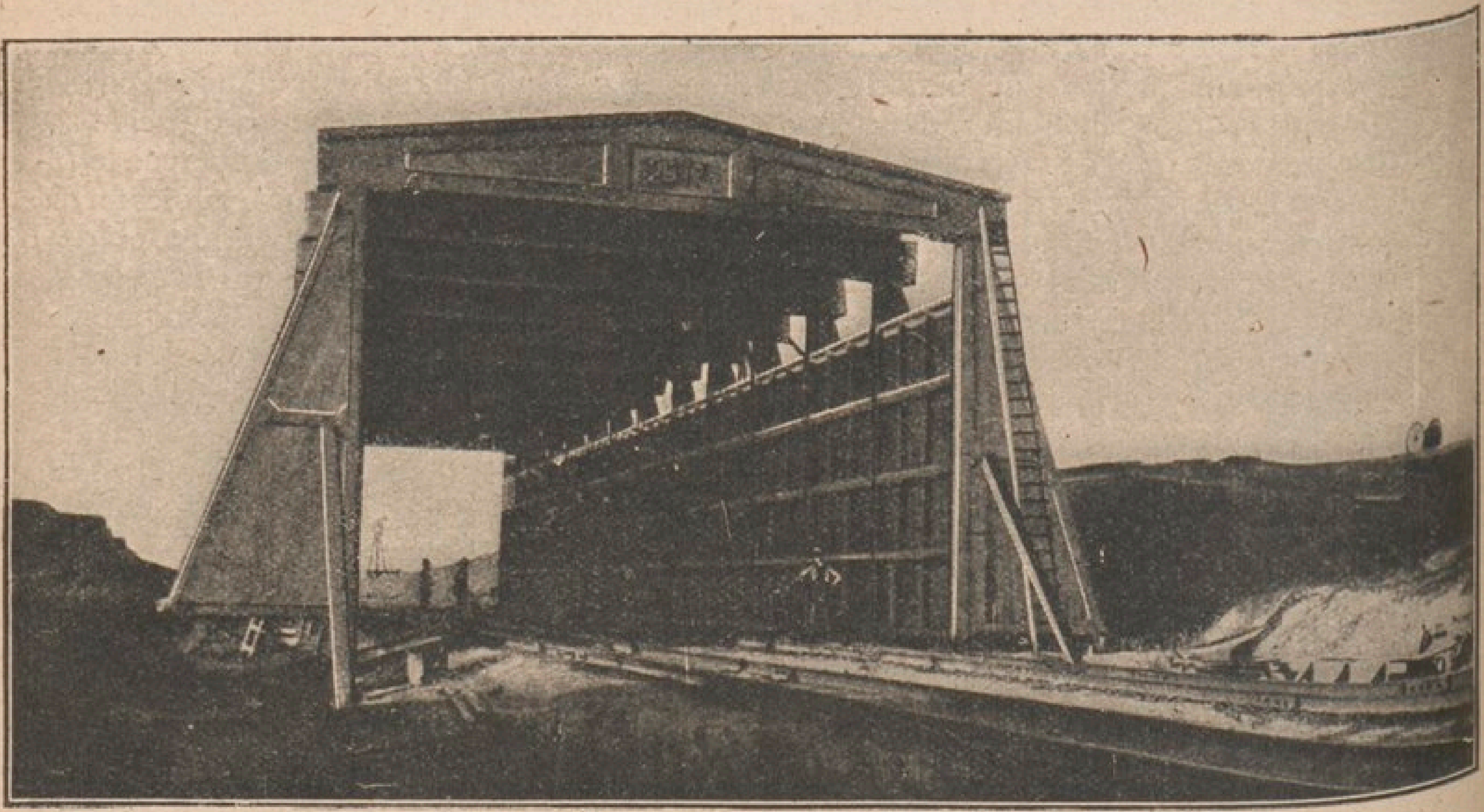
On implante solidement dans le sol des dés en ciment armé reliés par une traverse avec laquelle ils forment un ensemble unique. Sur cette base, qui constitue une assise particulièrement résistante, reposent les contreventements triangulaires extérieurs de la muraille de l'abri. *(Voir la figure page 359)*

suffit d'un faible accident de terrain, comme une tranchée peu profonde, un chemin légèrement encaissé, pour arrêter en un même point une grande quantité de neige quand celle-ci est chassée en tourbillons par le vent.

Pendant les hivers rigoureux, de tels accidents se produisent dans les plaines de la Beauce, sur les voies ferrées qui rayonnent autour de Chartres. On peut voir d'ailleurs, sur la ligne de Paris-Versailles-Brest, des abris verticaux constitués par de forts madriers, reliés entre eux par des poutrelles et destinés à arrêter la neige chassée par les bourrasques avant qu'elle atteigne les rails.

Ce genre de protection n'a pas paru suffisant aux ingénieurs du Service de la voie de l'Union Pacific Railroad. Ils craignaient de voir des boucliers, même construits en planches très épaisses, s'abattre sous la pression des amas de neige ou sous l'effort du vent. On a donc adopté une méthode nouvelle qui consiste à faire passer la double voie dans de véritables tunnels artificiels, constitués par une solide toiture que supportent des murailles contreventées extérieurement au moyen d'étais triangulaires reposant sur des dés trapus reliés par de forts sommiers.

Tous les éléments de cette robuste construction ont été exécutés en ciment armé, ce qui lui assure une efficacité et une durée qui compenseront dans une très large mesure la dépense représentée par la mise en pratique de cette conception originale.



TUNNEL PARA-NEIGE EN CIMENT ARMÉ EN COURS DE CONSTRUCTION

L'ouvrage est presque terminé, car il ne reste à mettre en place que la rangée supérieure des panneaux formant les parois latérales ainsi que les portes extrêmes, que l'on ouvre seulement pour le passage des trains.

Le tunnel de Rock River, le plus important des quatre, a 1.362 mètres de longueur, tandis que ceux de Medicine Bow et de Wilcox mesurent respectivement 549 et 457 mètres. Le quatrième n'a que 151 mètres.

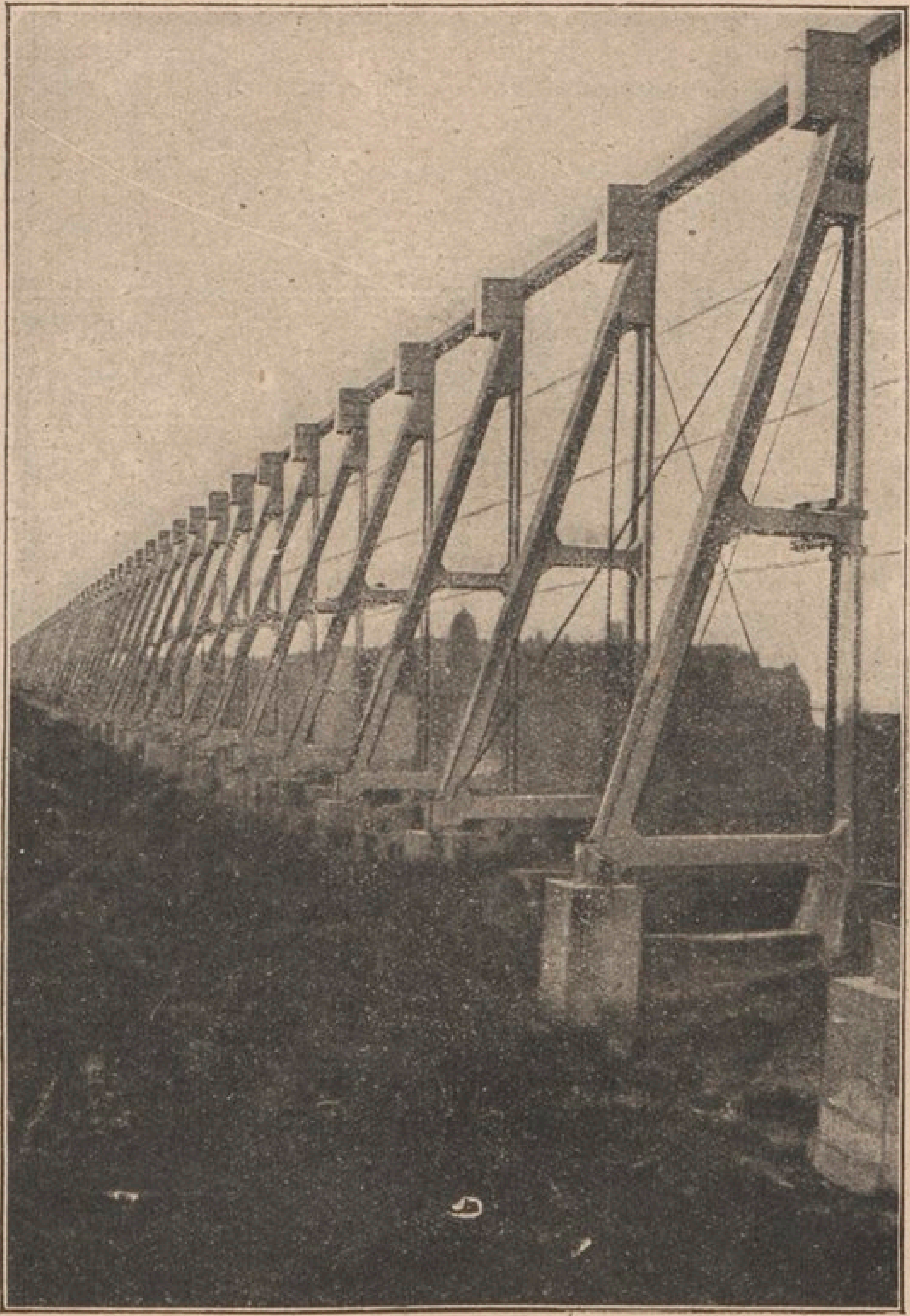
On avait essayé de supprimer les conséquences des tourbillons de neige en construisant d'urgence, au-dessus des voies menacées, des abris constitués par des fermes de bois recouvertes de toitures en tôle ondulée. L'essai de cette solution de fortune, fait à Rock River, n'avait pas donné de bons résultats parce que le bois n'est pas assez résistant pour supporter les variations de température considérables auxquelles les matériaux de construction sont exposés sous un climat aussi extrême que celui des régions centrales des Etats-Unis. Les frais d'entretien de ces tunnels de bois étaient très élevés, et, d'autre part, on ne pouvait, malgré les injections de liquides ignifuges, supprimer le danger d'incendie provenant de la projection des étincelles sortant des cheminées des locomotives. On avait proposé de démolir ces abris démontables une fois la saison d'hiver passée et de les rétablir à la fin de l'été, mais on conçoit qu'une pareille pratique donnait lieu à de grandes dépenses de main-d'œuvre et de réparations.

Il fallut donc se résoudre à construire des ouvrages permanents en ciment armé, établis de manière à résister pendant de longues années aux actions destructrices

successives et alternées du soleil, de la pluie et de la gelée qui ruinent le fer comme le bois.

Étant donné le caractère durable de ces abris, on leur a donné des dimensions suffisantes pour prévoir non seulement le passage de chargements exceptionnels, d'une hauteur inusitée, mais aussi la mise en service de voitures et de wagons très larges.

C'est ainsi qu'on a été amené à réserver un espace libre de 7 m. 30, suivant la verticale, entre le niveau supérieur du patin du rail et l'arête des poutres de ciment armé qui constituent la couverture du tunnel. On a prudemment repoussé les parois latérales de l'abri à 3 mètres des axes longitudinaux des deux voies, ce qui a conduit à donner aux murailles un écartement intérieur de 10 m. 370. De même, on a pratiqué des ouvertures dans la toiture, directement au-dessus des voies, de manière à accélérer le dégagement de la fumée des machines et à empêcher l'atmosphère d'être viciée par les gaz d'échappement. De plus, on a fixé des plaques d'asbeste, de 13 millimètres d'épaisseur, sous les poutres du toit, et dans l'axe de chaque voie, pour que la violence du tirage des locomotives ne détériore pas le béton comme sous les voûtes ordinaires



VUE LATÉRALE EXTÉRIEURE D'UN PARANEIGE DE L'UNION PACIFIC RAILROAD (ÉTATS-UNIS)

Une longue file d'armatures triangulaires en ciment armé, reposant sur des dés de même matière, contreventent extérieurement les parois verticales du tunnel artificiel qui protège la voie des chutes de neige ; elles servent en même temps de supports pour la toiture.

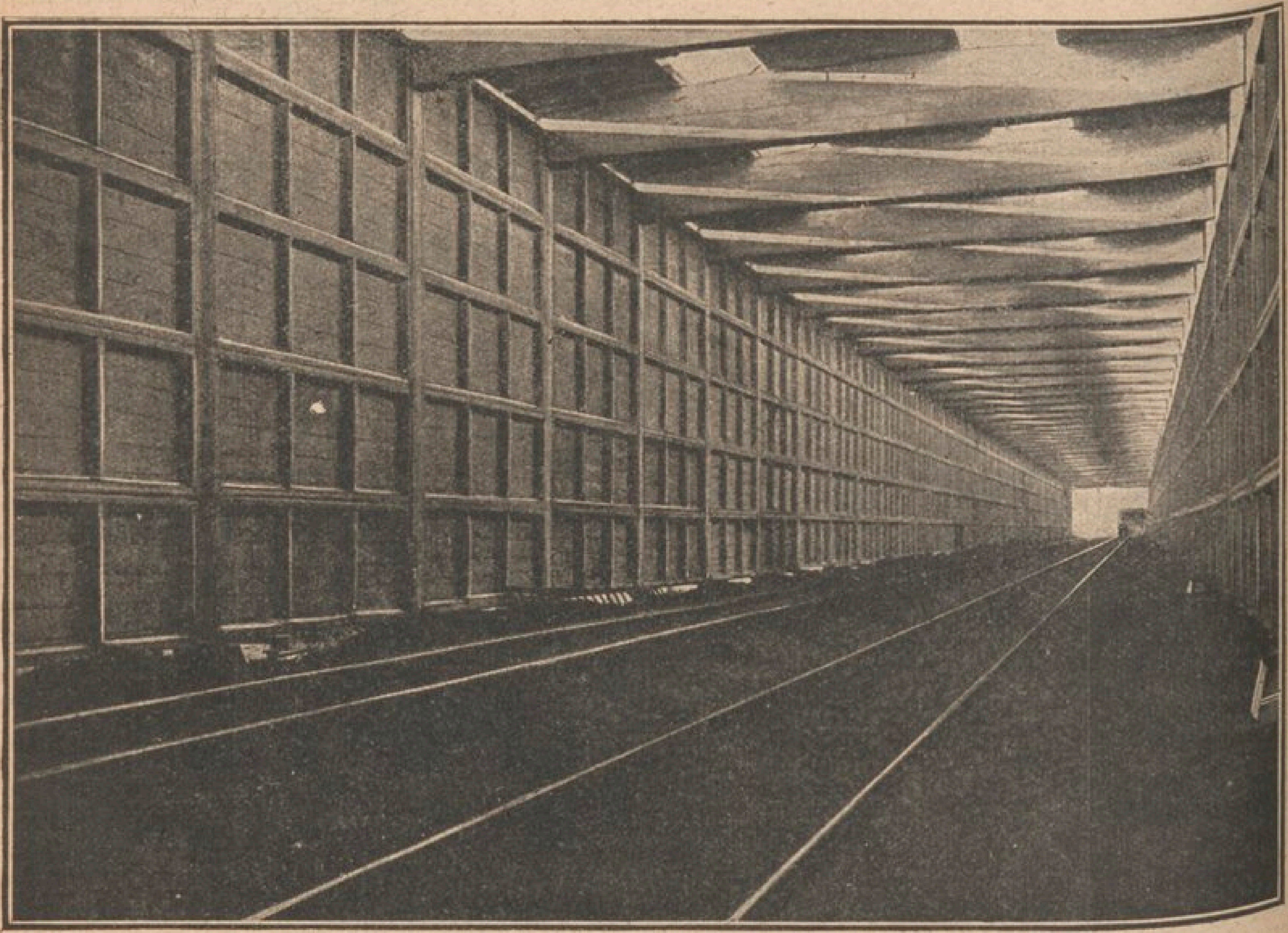
On a étudié ces divers tunnels de telle manière qu'ils se composent d'éléments qu'il a été facile de fabriquer en série dans un chantier central établi à Rock River. Les matériaux nécessaires à la confection du béton étaient déchargés et manutentionnés par des moyens exclusivement mécaniques. Au sortir des cuves de mélange, le béton était relevé par une noria dans un réservoir ayant la forme d'une tour, haute de 52 mètres, d'où une trémie le distribuait dans les divers moules au moyen d'une tuyauterie installée à cet effet.

Le moulage durait de trois à cinq jours. Au bout de ce délai, les éléments étaient démoulés par des grues hydrauliques, chargés sur wagons, puis transportés dans un vaste parc servant en même temps de magasin où ils séchaient et se durcissaient pendant environ trois semaines avant d'être mis en œuvre.

Les abris de Medicine Bow ne comportaient que des éléments de série, absolument pareils et normaux parce que, dans cette région, la

voie est en alignement droit sur une grande longueur. A Wilcox, on a dû modifier légèrement le profil adopté pour les éléments, parce que la ligne dessine une faible courbe de 1° 20'. A Rock River, au contraire, la présence de voies de garage, de traversées et d'aiguillages a nécessité l'établissement d'éléments notablement différents des types normaux et relativement chers à fabriquer.

Le chantier a eu à produire en série un millier de contreventements triangulaires des A de support. Pour les points spéciaux, tels que les aiguillages et les voies de garage, on a employé des poutres plus longues que celles du type courant. L'ensemble de la construction repose, comme le montre la figure page 359, sur des sommiers de ciment armé surmontés de dés quadrangulaires sur lesquels reposent les jambages verticaux et inclinés des A de support. En quelques points on a pu fonder directement les murailles et leurs contreventements sur un sol rocheux.



VUE INTÉRIEURE D'UN TUNNEL PARANEIGE EN CIMENT ARMÉ

Les parois latérales sont formées de panneaux rectangulaires renforcés en leur milieu et sur leurs bords par de fortes nervures qui donnent la rigidité nécessaire à l'ensemble du mur. Le toit est formé de panneaux plats soutenus par des poutres et laissant entre eux des intervalles suffisants pour assurer une parfaite aération du tunnel artificiel, malgré une circulation très active de puissantes locomotives à vapeur.

ayant approximativement la forme d'un A. Ces pièces en ciment armé supportent la toiture et raidissent les parois verticales qui sont ainsi en mesure de résister à la poussée des vents les plus violents. Les murailles sont constituées par des panneaux extrêmement résistants ayant 3 m. 575 de longueur, 1 m. 22 de largeur et 64 millimètres d'épaisseur.

Ces panneaux s'encastrent entre les A. Les poutres qui forment la toiture ont une longueur uniforme d'environ 11 m. 50 pour la double voie. Leurs extrémités sont entaillées de manière à recevoir l'extrémité supérieure

Le béton employé était fabriqué d'après une formule courante comportant le mélange suivant : ciment, 1 ; sable, 2 ; gravier, 4.

La poussée latérale du vent sur les murs a été estimée à environ 4 kilogrammes par centimètre carré. La résistance du béton à la compression variait de 40 à 50 kilogrammes par centimètre carré. Cette application nouvelle du béton armé a donc fourni une solution très satisfaisante d'un problème qui a souvent embarrassé les ingénieurs chargés de l'entretien des voies ferrées.

LUCIEN REBEL

LA CHIRURGIE DES ARBRES

Par Octave FRÉCOURT

Il n'y a guère qu'une dizaine d'années que l'on a songé à appliquer aux arbres des méthodes empruntées à la chirurgie humaine. Cette branche, relativement nouvelle, de la science arboricole a forcément attiré l'attention du public, car elle a permis de remédier à des pratiques nuisibles qui ont diminué dans de fortes proportions l'effectif de certaines espèces et en ont même provoqué, dans quelques cas, la disparition complète. On se rend actuellement compte de la nécessité qui s'impose de préserver par des mesures conservatoires les essences qui nous restent. La guerre mondiale, qui s'est achevée si heureusement pour les Alliés, a fait dans les forêts et les bois des pays où elle a sévi d'innombrables victimes. Nous voulons parler des arbres, dont certainement plusieurs millions ont été fracassés par les projectiles ou ont reçu des blessures plus ou moins graves. Les moins atteints peuvent encore être sauvés ; il suffit de les soumettre à temps à un traitement aussi ingénieux qu'énergique, appliqué par des spécialistes.

Disons en passant que la chirurgie des arbres a d'abord fourni à des spéculateurs l'occasion de lancer des affaires. Chaque fois qu'un champ nouveau s'ouvre à l'activité humaine, des charlatans profitent de la circonstance pour détourner à leur profit cette source de bénéfices et font ainsi le plus grand tort aux honnêtes gens. On ne saurait trop réagir contre ces pratiques. Une enquête, menée auprès des stations d'essais officielles et des écoles d'agriculture, nous a permis de déterminer avec précision l'état actuel de la question de la chirurgie des arbres.

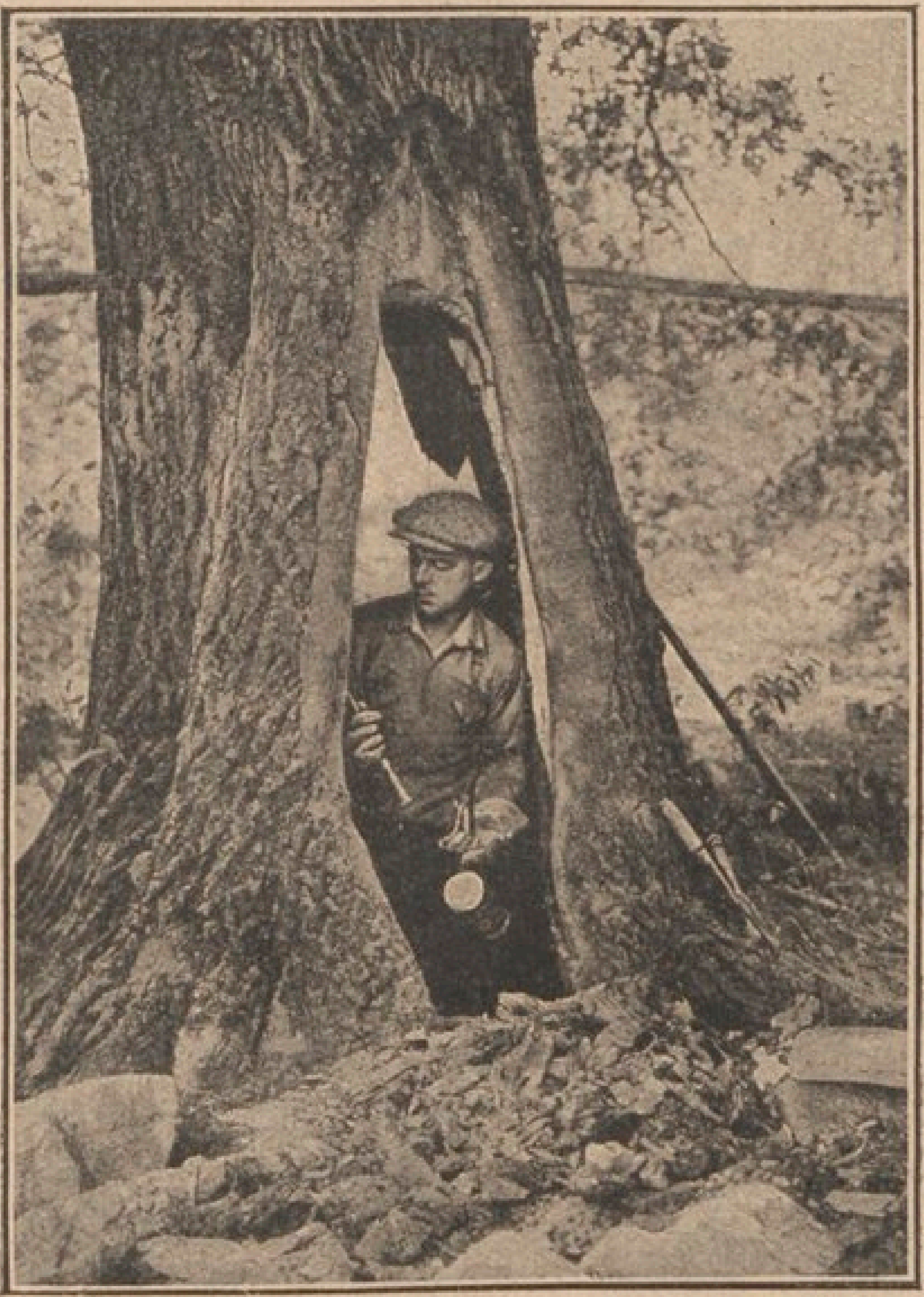


FIG. 1. — NETTOYAGE DE LA CAVITÉ AU MOYEN D'UN CISEAU A BOIS ET D'UN MAILLET

Les photographies reproduites dans ce petit article permettent de se rendre facilement un compte exact des phases successives des progrès de cette nouvelle science. La figure 1 représente un arbre magnifique que la richesse de sa frondaison et la force de ses branches semblent indiquer comme étant dans un état de santé florissant, écartant toute inquiétude.

Un examen attentif du même arbre (fig. 2) a révélé sa véritable situation, qui nécessitait, au contraire, des soins immédiats. Pour lui rendre sa vigueur primitive, il fallait lui faire subir diverses opérations qui consistaient, en premier lieu, à élaguer les souches et les branches mortes ou inutiles. La même figure montre comment on a procédé à cet élagage et les cicatrices correspondant aux diverses suppressions.

On s'est occupé ensuite de fortifier l'arbre (fig. 3), ce que l'on doit toujours faire en temps voulu. Lorsque des branches présentent des crevasses déclarées ou en voie de formation, on place sur chaque crevasse des attelles de bois qu'on attache soigneusement avec de la ficelle et l'arbre peut ainsi continuer à se développer normalement.

Il est toujours important de fumer le terrain sur lequel pousse un arbre, car les racines occupent sous la terre une surface corres-

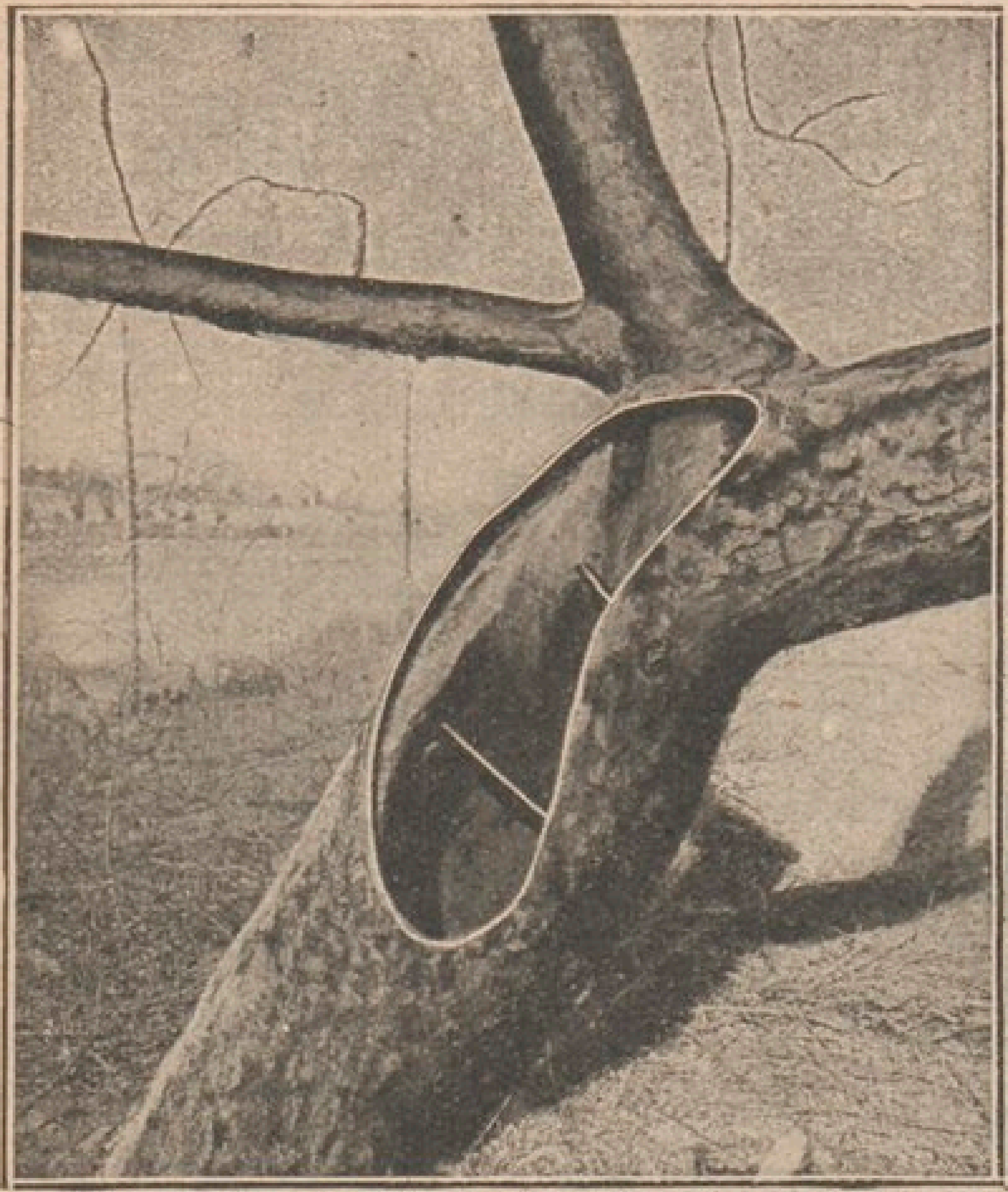


FIG. 2 — LES DEUX LÈVRES DE LA PLAIE SONT MAINTENUES SOLIDEMENT PAR DES LONGS TIRE-FONDS DE FER

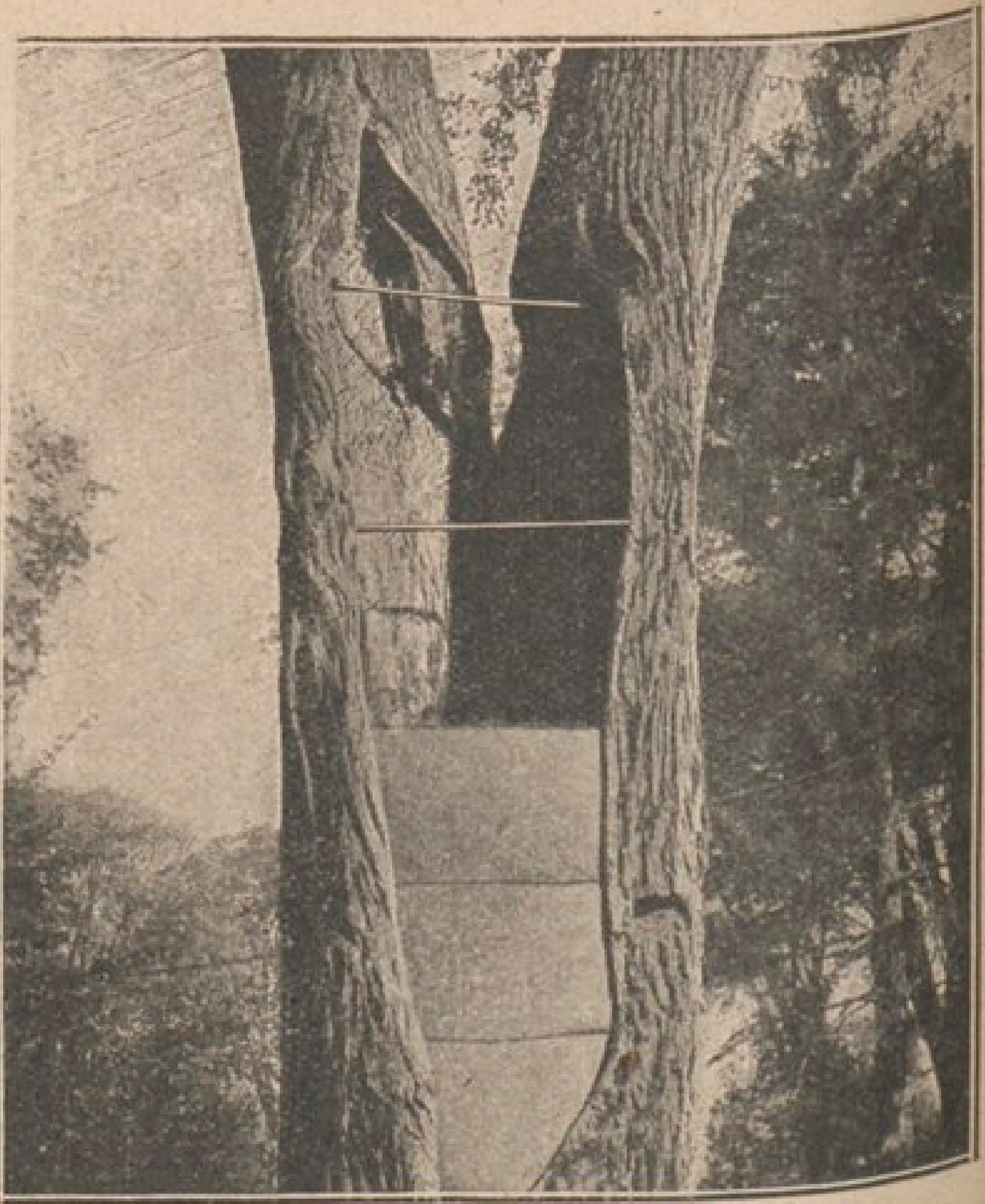


FIG. 3 — LES CAVITÉS NE SONT CIMENTÉES QU'APRÈS QUE LES BORDS ONT ÉTÉ CONVENABLEMENT BOULONNÉS

pondant à celle de la projection de la ramure sur le sol. On doit donc répandre l'engrais jusqu'à une distance du tronc approximativement égale à la longueur des branches.

Les cavités anciennes existant dans les troncs d'arbres exigent un traitement spécial. On élimine le bois pourri et la cavité est ensuite complètement nettoyée avec le plus grand soin, ce qui permet aux tissus actifs de cicatrisation de la remplir.

On traitera la blessure par des applications répétées d'une pommade antiseptique maintenue par une ligature, afin d'empêcher la cavité de s'agrandir, puis on remplira celle-ci de ciment. On consolide le tout au moyen de clous et de fil de fer. Ce dispositif permet à l'arbre de se développer et empêche le ciment de se fendre Quand le traitement est terminé (fig. 4), on procède à l'application d'une composition hydrofuge. La cicatrisation s'opère par-dessus le ciment, et, au bout de quelques années, le *cambium*, ou tissu nouveau qui se développe, détermine la production d'un bourrelet sur les bords de la blessure. On obtient ainsi un joint complètement étanche, qui s'oppose à la pénétration de l'humidité et de la pluie.

FIG. 4 — LE TRAVAIL EST ENFIN ACHEVÉ

Répétons qu'un grand nombre de nos beaux arbres de France, atteints par la mitraille mais encore debout, peuvent être soustraits à la mort si on leur applique le traitement que nous venons d'indiquer. Et, comme de braves soldats blessés, nous les respecterons.

O. Frécourt.

UNE NOUVELLE MACHINE A FABRIQUER LES BOUTEILLES

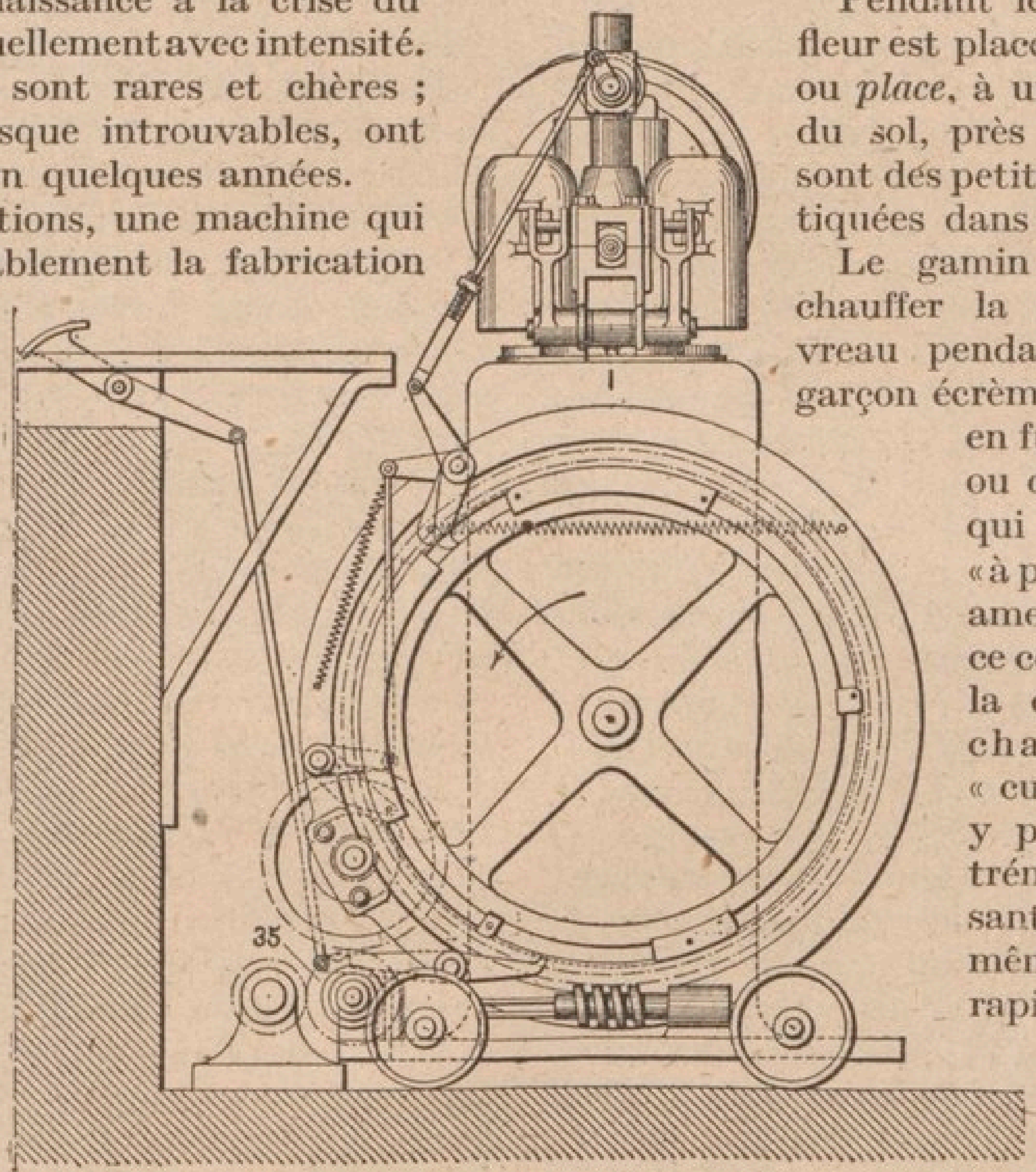
Par Édouard DUPLAN

L'occupation par l'ennemi d'une partie de nos départements du Nord, où étaient établies la plupart des verreries françaises et les plus importantes, le faible rendement de celles restées ouvertes, ont inévitablement donné naissance à la crise du verre qui sévit actuellement avec intensité.

Glaces et vitres sont rares et chères ; les bouteilles, presque introuvables, ont décuplé de prix en quelques années.

Dans ces conditions, une machine qui accélère considérablement la fabrication des bouteilles tout en réduisant la main-d'œuvre dans de fortes proportions, et qui, par surcroît, est un perfectionnement notable sur celles qui l'ont précédée, ne peut qu'être la bienvenue.

C'est précisément celle que vient de construire et de faire breveter M. Arthur Wilzin. Mais, pour en apprécier tout le mérite et l'utilité, il est nécessaire de rappeler en quelques lignes les procédés ordinaires de fabrication des bouteilles de verre sans l'aide de la machine.



LA MACHINE WILZIN EN ÉLÉVATION LATÉRALE

1, bâti; 35, arbre sur lequel se trouve monté un des pignons de la machine, et qui reçoit un mouvement intermittent d'un embrayage, de telle façon qu'il est entraîné pendant le temps où doivent s'accomplir les mouvements mécaniques et reste immobile quand s'opèrent les diverses phases de verrerie: cueillage moulage, façonnage, soufflage. (Pour les autres organes, voir la figure que nous donnons à la page 365).

Une équipe de verriers à bouteilles se compose de quatre hommes ou jeunes garçons : le souffleur et le grand garçon, qui sont des ouvriers, le gamin, qui est un apprenti, et le porteur. Les outils qu'ils emploient sont la canne, qui est un tube creux en fer forgé de 1 m. 80 de longueur, dont l'une des extrémités, le « nez », est renflée, et l'autre, entourée d'un manchon en bois qui sert de poignée à l'instrument, et le « marbre », plaque de fer, de fonte, de grès ou de bois, bien dressée.

Pendant le travail, le souffleur est placé sur une estrade, ou *place*, à un mètre au-dessus du sol, près des *ouvreaux*, qui sont des petites ouvertures pratiquées dans la paroi du four.

Le gamin commence par chauffer la canne dans l'ouvreau pendant que le grand garçon écrème le verre qui est en fusion dans les pots ou dans le bassin, et qui est alors bien « à point », c'est-à-dire amené à la consistance convenable. Quand la canne est assez chaude, le gamin « cueille » le verre en y plongeant son extrémité et en la faisant tourner sur elle-même plus ou moins rapidement, suivant la fluidité plus ou moins grande de la masse, et de manière à ne pas la laisser couler; puis, après avoir cueilli un second « coup de verre », il rafraîchit la canne avec l'eau d'un baquet placé à l'extrémité de la place et la passe au grand garçon qui achève de cueillir la quantité de verre, ou « paraison », nécessaire à la confection de la bouteille, et qui, au moyen d'une fourchette en fer à deux branches, en forme d'U, ramène le verre, lequel a déjà pris une certaine consistance, tout à l'extrémité

de la canne. Ensuite, en soufflant légèrement dans celle-ci, il donne à la paraison, au moyen du « marbre », la forme d'une olive creuse. C'est la bouteille à l'état embryonnaire ; d'autres opérations sont nécessaires.

Quand on n'emploie pas un moule à pédales qui forme automatiquement le fond de la bouteille, celui-ci est produit à l'aide d'un outil, qui n'est autre qu'une petite lame rectangulaire de tôle ; l'ouvrier renverse sa canne, pose son embouchure sur le sol, et appuie un angle de son outil au centre de la bouteille pendant qu'il fait tourner la canne. L'une des arêtes de l'outil façonne alors le cône dans le fond de la bouteille.

Le porteur présente ensuite au verrier le « sabot », qui est un support cylindrique, ouvert en haut, dont le diamètre est légèrement plus grand que celui de la bouteille qui doit y rentrer et s'y tenir debout ; il est emmanché au bout d'une longue tige, et au fond s'élève une forte saillie (sauf quand le fond de la bouteille doit être plat). L'ouvrier y place la bouteille en forçant légèrement sur la saillie pour compléter la cavité qui doit former le fond, puis détache la bouteille de la canne en coupant le col au moyen d'une lame de fer froid. La bouteille reste alors libre dans le sabot. Il la porte en cet état à l'ouvreau pour réchauffer suffisamment le col, et, au moyen d'un filet de verre rapporté, il fixe à celui-ci la bague ou *cordelière*, qui lui donnera de la résistance, en faisant tourner la bouteille horizontalement sur le support placé devant lui.

Pour les bouteilles champenoises, dont le col doit être parfaitement cylindrique et bien dressé, on forme la bague de renforcement avec une pince spéciale, par compression.

La bouteille est complètement terminée, et sa fabrication a duré une minute à peine.

Toujours portée dans le sabot, elle est introduite dans le four à recuire, qui est chauffé à la température du rouge sombre. On l'y laisse avec les autres et on ne la défourne qu'au bout de vingt-quatre heures, après un lent refroidissement. Cette opération est très importante, car les bouteilles mal recuites sont plus fragiles : il arrive parfois que, même plusieurs mois après la fabrication, le fond se détache brusquement du corps.

Il y a des fours à recuire à feu continu, chauffés à la houille ou aux gaz d'industrie. Les bouteilles y sont placées à l'entrée sur des chariots entraînés par des chaînes sans fin qui les éloignent peu à peu du foyer jusqu'à ce qu'elles sortent presque complètement refroidies à l'extrémité opposée.

Une première amélioration dans la fabrication des bouteilles consista dans l'emploi du moule à pédale — dit à chaînette — combiné avec la pompe Robinet, supprimant partiellement le soufflage à la bouche, et qui se compose d'un cylindre en laiton, fermé à l'une de ses extrémités, dans l'intérieur duquel se trouve un ressort à boudin fixé par un bout au fond du cylindre et, par l'autre, à une sorte de piston en bois percé d'un trou garni de cuir qu'une fermeture à baïonnette maintient emprisonné dans le cylindre. La canne étant tenue verticalement, son embouchure est mise en contact avec le piston, puis on comprime, par un mouvement brusque donné à la pompe, l'air qui, passant par le trou du piston et par la canne, est ainsi injecté en quantité suffisante dans la pièce à souffler placée dans le moule après un premier soufflage à la bouche.

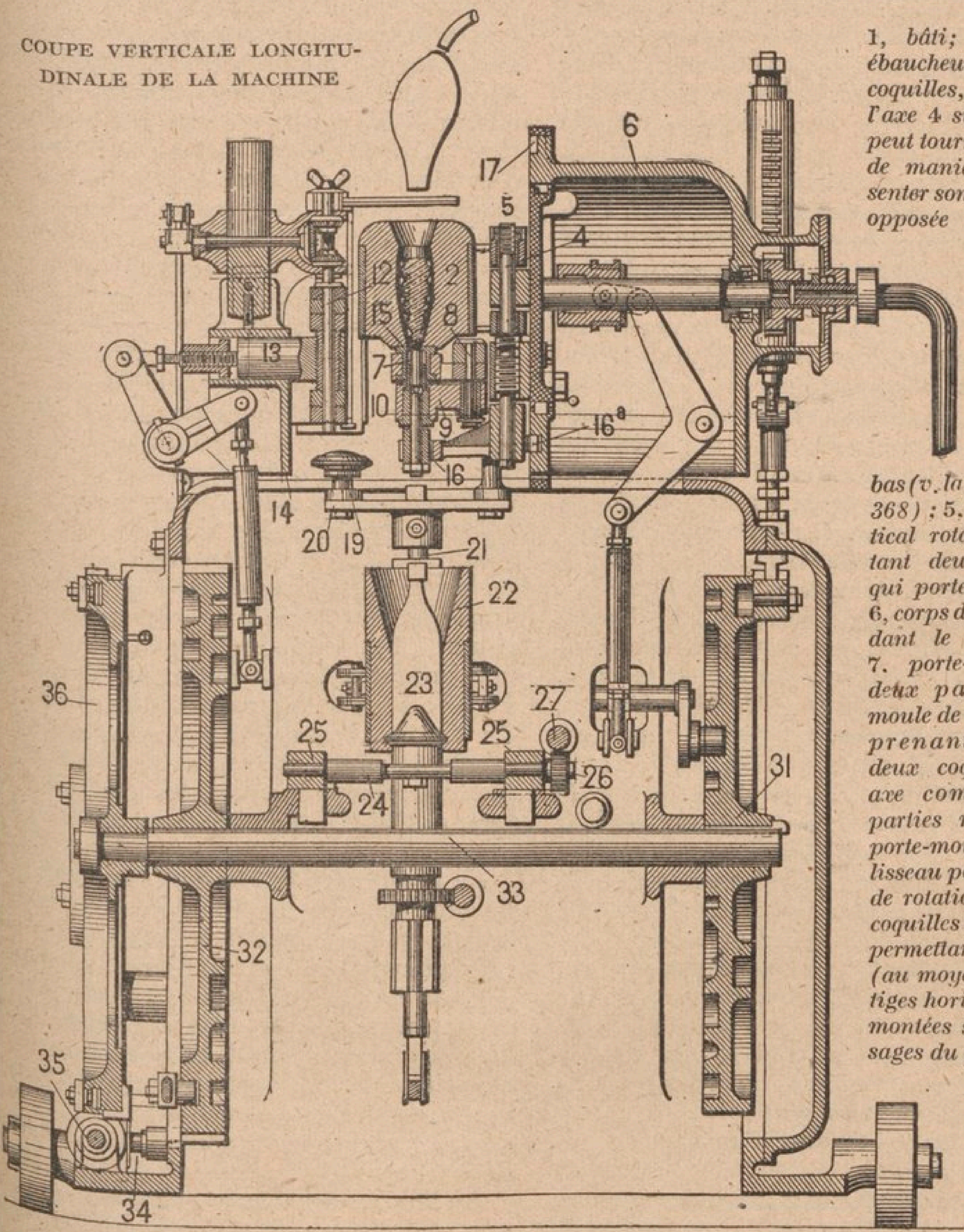
Puis vint la suppression complète du souffle humain par l'emploi de l'air comprimé. Dans ce système, la canne est reliée à la soufflerie à l'aide d'un appareil dit manchon à souffler qui est composé d'un cône en caoutchouc fixé à son extrémité supérieure à un anneau conique qui est lui-même adapté au revêtement du manchon à souffler. La canne est reliée à la conduite d'air comprimé au moyen d'un tuyau en caoutchouc qui est maintenu solidement serré par un anneau en cuivre à baïonnette.

L'appareil comporte deux pédales faisant saillie au-dessus de la plate-forme sur laquelle travaille l'ouvrier et commandant le robinet de la canalisation d'air comprimé.

Le rôle de l'ouvrier se réduit à aller « cueillir » le verre en fusion dans le four et à le déposer dans le moule de la machine à mouler. Le moule se referme, un compresseur d'air, d'un coup de pédale, envoie un jet d'air comprimé, et la bouteille est faite, irréprochable. L'opération dure quarante secondes. Avec deux machines et trois ouvriers, on peut arriver aisément à fabriquer 3.600 bouteilles par jour, au lieu de 600 par soufflage dans la canne avec la bouche.

Mais l'emploi de la machine présenta d'abord d'assez sérieuses difficultés qui demandèrent un certain temps avant d'être surmontées. Les premières machines d'Axley, de Vernay, de Maunier, furent peu satisfaisantes. Celles de Houtard et de Boucher furent meilleures. Là, le souffleur, qui met sept ou huit ans pour apprendre convenablement son métier, est remplacé par un mouleur dont l'apprentissage peut être fait en quelques jours. Un enfant d'une quinzaine d'années peut même, au bout d'une semaine d'essai, fabriquer des bouteilles aussi par-

COUPE VERTICALE LONGITUDINALE DE LA MACHINE



1, *bâti;* 2, *moule ébaucheur en deux coquilles, monté sur l'axe* 4 *sur lequel il peut tourner de 180° de manière à présenter son ouverture, opposée au goulot de la bouteille, vers le haut, lors du cueillage (comme on le voit ici), ou vers le bas (v. la figure page 368)* ; 5, *disque vertical rotatif présentant deux bossages qui portent l'axe* 4 ; 6, *corps de boîte guidant le disque* 5 ; 7, *porte-moule, en deux parties, du moule de bague comprenant lui-même deux coquilles ;* 8, *axe commun des parties mobiles du porte-moule ;* 9, *coulisseau portant l'axe de rotation des deux coquilles ci-dessus et permettant le réglage (au moyen de deux tiges horizontales* 10 *montées sur les bossages du plateau rotatif* 5) *du moule de bague par rapport au moule finisseur ;* 12, *axe des deux coquilles du moule finisseur (lequel est monté à côté du moule ébaucheur) ;* 13, *coulisseau portant cet axe, réglable à l'intérieur d'un manchon* 14; 15, *saillies sur les deux coquilles du moule finisseur provoquant, au moment voulu, l'ouverture du moule de bague* 7 ; 15, *mandrin du moule de bague pour la formation du goulot;* 16, *bras réglable portant ce mandrin pouvant coulisser sur le prolongement de l'axe de rotation* 4 *du moule ébaucheur et terminé par un galet* 16a, *engagé dans une rainure-came* 17 *du corps* 6 ; 19, *fond du moule finisseur (le fond du moule ébaucheur n'est indiqué que sur la figure suivante) ;* 20, *branche du support de ces fonds, portée par un axe* 21, *susceptible de recevoir un mouvement de rotation et un mouvement de montée et de descente de manière à appliquer, aux moments voulus, les fonds contre les moules ébaucheur et finisseur;* 22, *pot récepteur;* 23, *fond sur lequel les deux coquilles dudit pot se ferment, puis s'ouvrent après un cycle complet (la bouteille bascule alors par le mouvement rotatif de l'arbre* 24 *dans ses coussinets* 23 *et elle est éjectée vers les fours à recuire) ;* 26, *pignon de l'arbre* 24; 27, *crémaillère engrenant avec le pignon;* 31 *et* 32, *plateaux-cames calés sur un même arbre transversal* 33; 34, *arbre recevant son mouvement d'un train de pignons et le communiquant aux deux plateaux ;* 35, *(voir légende figure* 1) ; 36, *roue de contrôle, montée folle, qui exécute une rotation complète pour chaque cycle, avec arrêt automatique à la fin du cycle, et départ instantané à la volonté de l'ouvrier cueilleur aussitôt qu'il touche la pédale d'embrayage.*

faites que celles obtenues par les procédés anciens. Le cueilleur de verre, ou grand garçon, peut alimenter facilement deux machines à souffler desservies par un seul mouleur.

La machine Owen, d'invention plus récente, réduit davantage encore le rôle de l'ouvrier. Elle offre, en effet, l'avantage de cueillir le verre elle-même, et, servie par un seul homme, elle peut produire onze bouteilles par minute, ce qui représente le travail de trente souffleurs de l'ancien procédé.

La nouvelle machine de M. Wilzin fabrique les bouteilles, dit son inventeur, « suivant un cycle dont les phases mécaniques et verrières sont automatiquement accomplies dans leurs succession et coordination voulues sous le contrôle d'un dispositif qui permet de varier, à la volonté de l'ouvrier, les durées relatives des phases de verrerie, de façon à les harmoniser avec les diverses qualités et chaleurs de verre et avec les différentes formes et masses des bouteilles. »

Le verre, après son introduction dans le moule de paraison, est soumis à une compression qui assure son contact intime avec tous les points de la surface interne. D'autre part, le corps de paraison, pendant qu'il est encore supporté par son fond, est libéré du contact métallique du moule, afin que la chaleur intérieure du verre puisse rétablir l'uniformité de température des couches externes qui ont été inégalement refroidies pendant les phases précédentes ; la durée de cette période d' « égalisation » ou de « reprise de température » est combinée avec un dispositif de contrôle, permettant d'en faire varier la durée suivant les particularités de chaque paraison et suivant les qualités du verre employé. On obtient ainsi des produits supérieurs d'une très grande solidité.

La machine se compose d'un moule ébaucheur ou de paraison et d'un moule finisseur, chacun comportant deux coquilles mobiles autour de leur axe propre. Le premier peut tourner de 180° de manière à présenter son ouverture, opposée au goulot de la bouteille, vers le haut, lors du cueillage. A cet effet, son axe est porté par deux bossages que présente un disque vertical rotatif guidé à l'intérieur d'un corps de boîte. Ce moule se joint à un moule de bague à deux coquilles montées dans un porte-moule composé également de deux parties mobiles autour de l'axe du moule ébaucheur. Afin de permettre le réglage de ce moule de bague par rapport au moule ébaucheur, l'axe de rotation des deux coquilles est porté par un coulisseau dont la position est réglable sur deux tiges horizontales montées sur des bossages du plateau rotatif. Un ressort applique très exactement les deux coquilles l'une contre l'autre.

L'ouverture du moule de bague est commandée par le moule finisseur. Celui-ci comporte également deux coquilles mobiles autour d'un axe porté par un coulisseau dont la position est réglable à l'intérieur d'un manchon présenté par le bâti de la machine. Ces deux coquilles portent deux saillies destinées à provoquer, au moment voulu, l'ouverture du moule de bague en venant agir sur deux pièces d'encliquetage, sur lesquelles sont fixés les deux bouts du ressort de rappel, mobiles autour des axes portés par deux parties solidaires du moule de bague, et retenues par deux petites butées. Lorsque le moule finisseur se referme après le soufflage de la paraison, les deux saillies, rencontrant les pièces d'encliquetage, les font basculer en les forçant à s'effacer et viennent se placer derrière celles-ci ; lorsque, au contraire, le moule finisseur s'ouvre, la bouteille étant suffisamment soufflée, les deux saillies, dans leur déplacement angulaire autour de l'axe dudit moule, entraînent les pièces d'encliquetage par l'intermédiaire de butées, ouvrent les deux parties du moule de bague et lâchent le goulot de la bouteille. Aussitôt après, les saillies s'écartent des pièces d'encliquetage et les deux parties du moule de bague se referment.

Le mandrin destiné à être introduit dans le moule de bague pour la formation du goulot est monté d'une façon réglable sur un bras pouvant coulisser sur le prolongement de l'axe du moule ébaucheur. Une came lui communique, et, par suite, au mandrin, lors du mouvement de rotation transmis au moule ébaucheur par le plateau rotatif, les déplacements verticaux convenables pour l'introduction, aux moments voulus, de ce mandrin dans le moule de bague et pour l'en dégager.

Au-dessous des moules ébaucheur et finisseur sont disposés les fonds de ceux-ci, montés sur les deux branches d'un support porté par un arbre susceptible de recevoir un mouvement de rotation ainsi que de montée et de descente, de manière à appliquer, au moment voulu, ces fonds contre lesdits moules, et, encore plus bas, est disposé le pot récepteur, en deux coquilles, recevant la bouteille au moment où celle-ci est abandonnée par le moule finisseur et celui de bague, et dans lequel elle se refroidit avant d'être envoyée au four à recuire. Le fond du pot présente un orifice pour le passage au piqueur, destiné à la formation du fond rentré de la bouteille (quand celle-ci doit être à « fond piqué ») ; il reçoit un mouvement de montée et de des-

cente par des bras convenablement disposés.

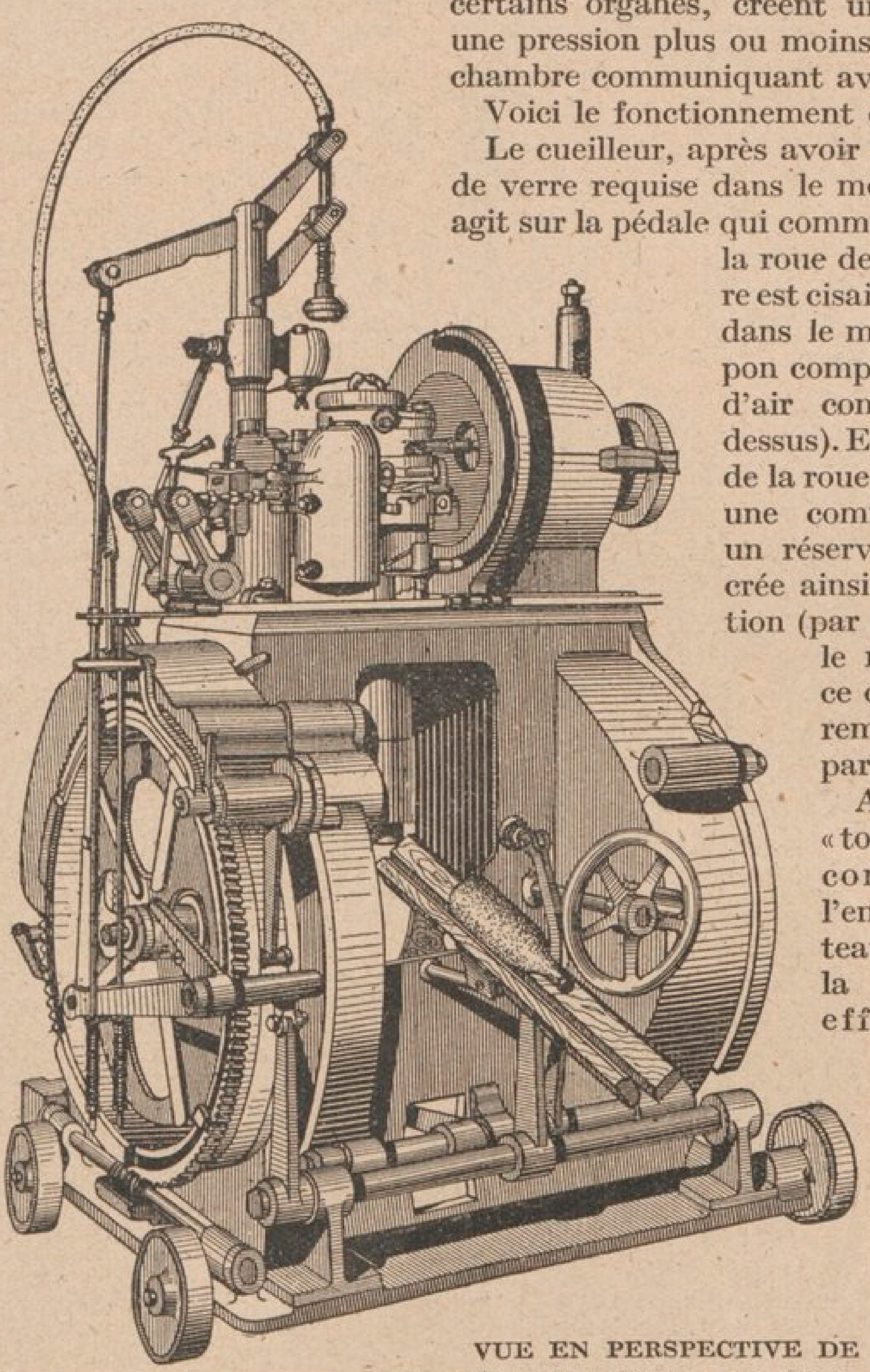
Les différents mouvements de ces divers organes sont commandés par deux plateaux à cames montés sur le même arbre moteur. L'un commande les mouvements d'ouverture et de fermeture du moule ébaucheur ainsi que son renversement, le mouvement de bascule du fond du pot récepteur (pour diriger la bouteille vers le four à recuire) et le mouvement vertical du piqueur ; l'autre commande l'ouverture et la fermeture du moule finisseur, le mouvement vertical et le déplacement angulaire des deux fonds mobiles des moules.

A l'extrémité gauche de l'arbre moteur des plateaux-cames est montée folle une roue de contrôle à mouvement intermittent, qui exécute une rotation complète pour chaque cycle avec arrêt automatique à la fin du cycle et départ instantané à la volonté de l'ouvrier cueilleur aussitôt qu'il touche la pédale d'embrayage. Elle porte des touches réglables à volonté, disposées de façon que, lorsqu'elle s'arrête, la machine à mouler elle-même se trouve arrêtée dans la position de cueillage. Elle est mise en marche par le cueilleur aussitôt qu'il a versé la quantité requise de verre dans le moule de paraison. Cette mise en marche actionne un dispositif destiné à cisailler le verre au-dessus du moule ébaucheur, et provoque l'arrivée de l'air comprimé qui oblige le verre à épouser rigoureusement la forme intérieure des moules de paraison et de bague. Enfin, ladite roue porte aussi des bossages qui, en actionnant certains organes, créent une dépression ou une pression plus ou moins élevée dans une chambre communiquant avec les moules.

Voici le fonctionnement du système :

Le cueilleur, après avoir versé la quantité de verre requise dans le moule de paraison, agit sur la pédale qui commande le départ de la roue de contrôle. Le verre est cisaillé puis comprimé dans le moule par un tampon compresseur et un jet d'air comprimé (par en-dessus). Ensuite, un bossage de la roue de contrôle ouvre une communication avec un réservoir de « vide » et crée ainsi une forte aspiration (par en-dessous) dans le moule de bague, ce qui provoque son remplissage parfait par le verre pâteux.

A ce moment, un « toc » de la roue de contrôle provoque l'embrayage des plateaux-cames dont la rotation a pour effet d'effectuer le renversement du moule de paraison de façon à présenter sa grande ouverture en bas, et la fermeture de celle-ci au moyen du fond qui vient s'appliquer sur elle. L'air comprime arrive dans la paraison, qui se présente alors comme il est représenté sur la figure ci-dessus et l'oblige à prendre un contact par fait avec le moule, complétant ainsi le travail commencé par le tampon compresseur et le premier jet d'air comprimé. Les coquilles du moule s'ouvrent alors et laissent la paraison, qui repose sur le fond, exposée à l'air pendant un temps variable, déterminé par sa forme et par les conditions thermiques qu'il s'agit

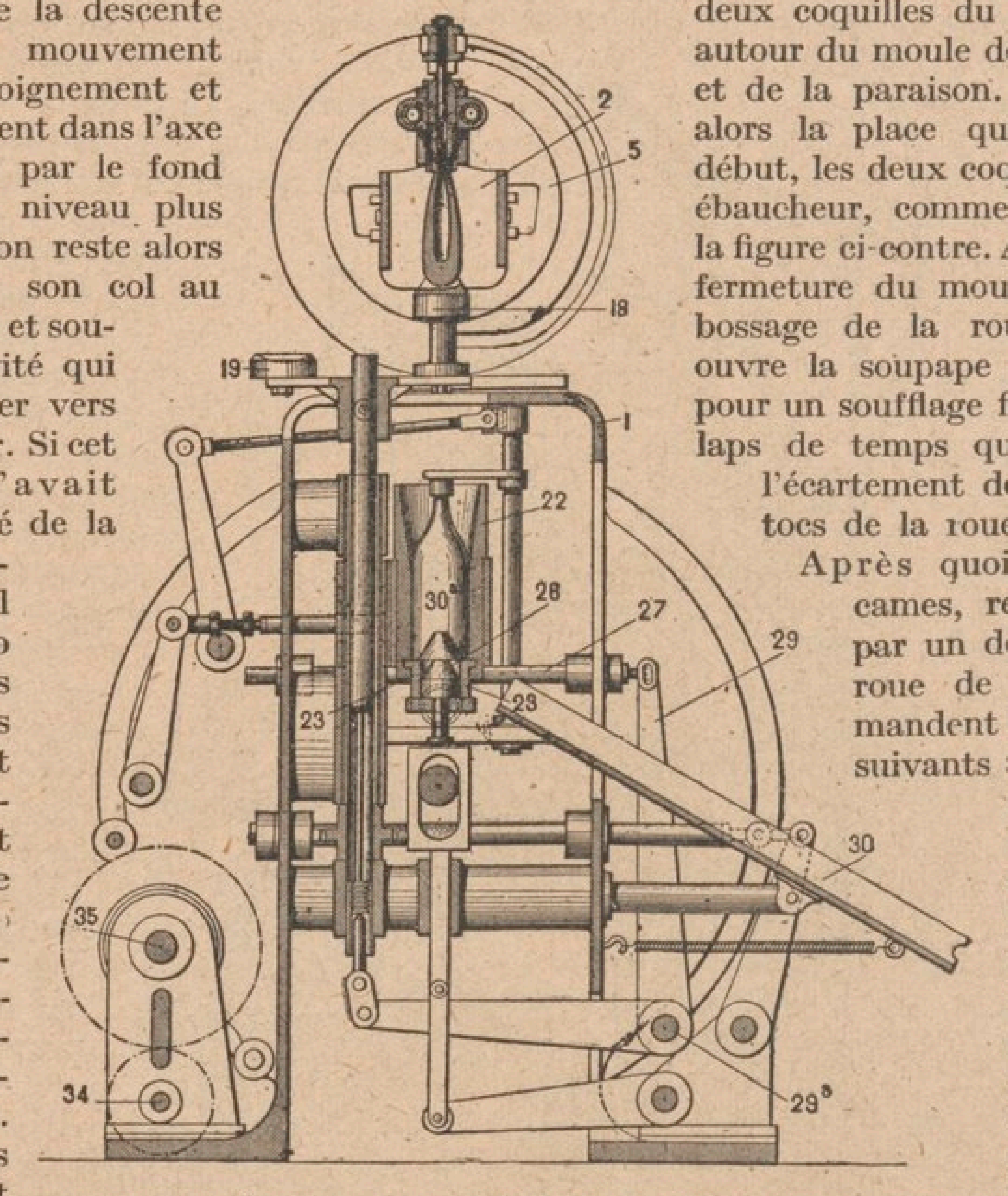


VUE EN PERSPECTIVE DE LA MACHINE WILZIN MUNIE D'UN DISPOSITIF DE COMPRESSION INITIALE DE LA PARAISON

Ce dispositif est fixé dans le haut, monté au bout de leviers et à l'extrémité d'un tube flexible recourbé qui lui amène l'air comprimé exerçant la compression. A l'avant, on voit une bouteille terminée glissant dans la rigle vers les fours à recuire.

d'établir. L'intérieur, encore très chaud, réchauffe l'extérieur qui s'est refroidi et rétablit l'uniformité requise de température pour que les opérations suivantes puissent donner de bons résultats à tous les points de vue.

Une rotation partielle des plateaux-cames produit ensuite la descente du fond, son mouvement horizontal d'éloignement et son remplacement dans l'axe de la paraison par le fond finisseur à un niveau plus bas. La paraison reste alors suspendue par son col au moule de bague et soumise à la gravité qui tend à l'allonger vers le fond finisseur. Si cet allongement n'avait pas été précédé de la « reprise de température » il s'exercerait trop dans les zones moins refroidies et les amincirait de façon exagérée, produisant ce qu'on appelle le « miroitement » et occasionnant des différences considérables des épaisseurs des parois. Certains verres ne s'allongent pas assez rapidement sous l'influence unique de la gravité; pour ce cas, la roue de contrôle se trouve munie d'un nombre de chevilles amovibles, espacées convenablement, et qui agissent sur la soupape d'admission d'air comprimé à basse pression, en provoquant des coups de souffles intermittents qui activent, au degré voulu et pendant une période variable à volonté, l'allongement de la paraison; cette période varie de une à huit secondes suivant la chaleur, la masse et la qualité du verre, la forme, la température du moule et celle de l'usine. On règle la distance entre les tocs de la roue de contrôle de manière à obtenir la durée requise, pour chaque cas particulier,



COUPE, APRÈS RENVERSEMENT, DU MOULE ÉBAUCHEUR, OU DE PARAISON. LE GOULOT DE LA BOUTEILLE EST ALORS TOURNÉ VERS LE HAUT

18, *fond du pot récepteur;* 29, *bras transmettant à la crémaillère de l'arbre du fond du pot récepteur (ou refroidisseur) un mouvement de va-et-vient;* 29a, *arbre du bras* 29; 30, *rigole pour l'éjection de la bouteille terminée;* 30a, *piqueur destiné à la formation du fond rentré de la bouteille, et recevant un mouvement de montée et de descente. (Pour les autres chiffres de référence se reporter aux légendes des figures pages 363 et 365).*

de telle façon que le dernier toc commande la fin de l'arrêt des moules juste au moment où la paraison, dans sa descente, touche au fond finisseur. Le mouvement des plateaux-cames, commandé par le toc suivant de la roue de contrôle, produit la fermeture des deux coquilles du moule finisseur autour du moule de bague, du fond et de la paraison. Elles prennent alors la place qu'occupaient, au début, les deux coquilles du moule ébaucheur, comme on le voit sur la figure ci-contre. Aussitôt après la fermeture du moule finisseur, un bossage de la roue de contrôle ouvre la soupape d'air comprimé pour un soufflage final pendant un laps de temps qui se règle par l'écartement donné entre deux tocs de la roue de contrôle. Après quoi, les plateaux-cames, remis en marche par un dernier toc de la roue de contrôle, commandent les mouvements suivants : ouverture des deux coquilles du moule finisseur, écartement du moule de fond, ouverture des deux coquilles du moule de bague qui laissent échapper le goulot de la bouteille, laquelle tombe dans le pot refroidisseur d'où elle sera dirigée vers le four à recuire, refermeture des moules de paraison et de bague, rotation de 180° du moule de paraison de façon qu'il présente son ouverture en haut, ouverture de la soupape commandant la communication du réservoir à vide avec une chambre voisine dudit moule. A ce moment, la roue de contrôle a effectué une révolution complète et une encoche provoque son désembrayage; elle s'arrête simultanément avec les cames des plateaux à la fin du cycle, et avec le moule de paraison dans la position requise pour recevoir la nouvelle charge de verre de l'opération suivante.

ÉDOUARD DUPLAN.

LES GALLES DES VÉGÉTAUX ET LES INSECTES QUI LES PRODUISENT

Par Gabriel GARDNER

PROFESSEUR LIBRE DE BOTANIQUE

Les *galles* sont des excroissances qui se développent sur les plantes, à la suite de blessures faites par des parasites. Dès 1873, M. Thomes donna le nom de *cécidies* à toutes ces « productions végétales anormales accompagnées de formation de tissu nouveau, déterminée par la réaction de la plante à l'irritation parasitaire ». Aujourd'hui, selon que le parasite est un animal ou un végétal, les botanistes partagent les cécidies en *zoocécidies* et en *phytocécidies*. Nous ne nous occuperons ici que des premières en nous limitant aux galles produites par des insectes. Le sujet est assez vaste pour le cadre d'un article, car ces tumeurs végétales offrent une grande variété de forme, de dimension et de structure anatomique ; elles peuvent se développer sur les parties les plus diverses des plantes, depuis la racine jusqu'aux fleurs et aux fruits, quoiqu'on les rencontre plus fréquemment sur les feuilles.

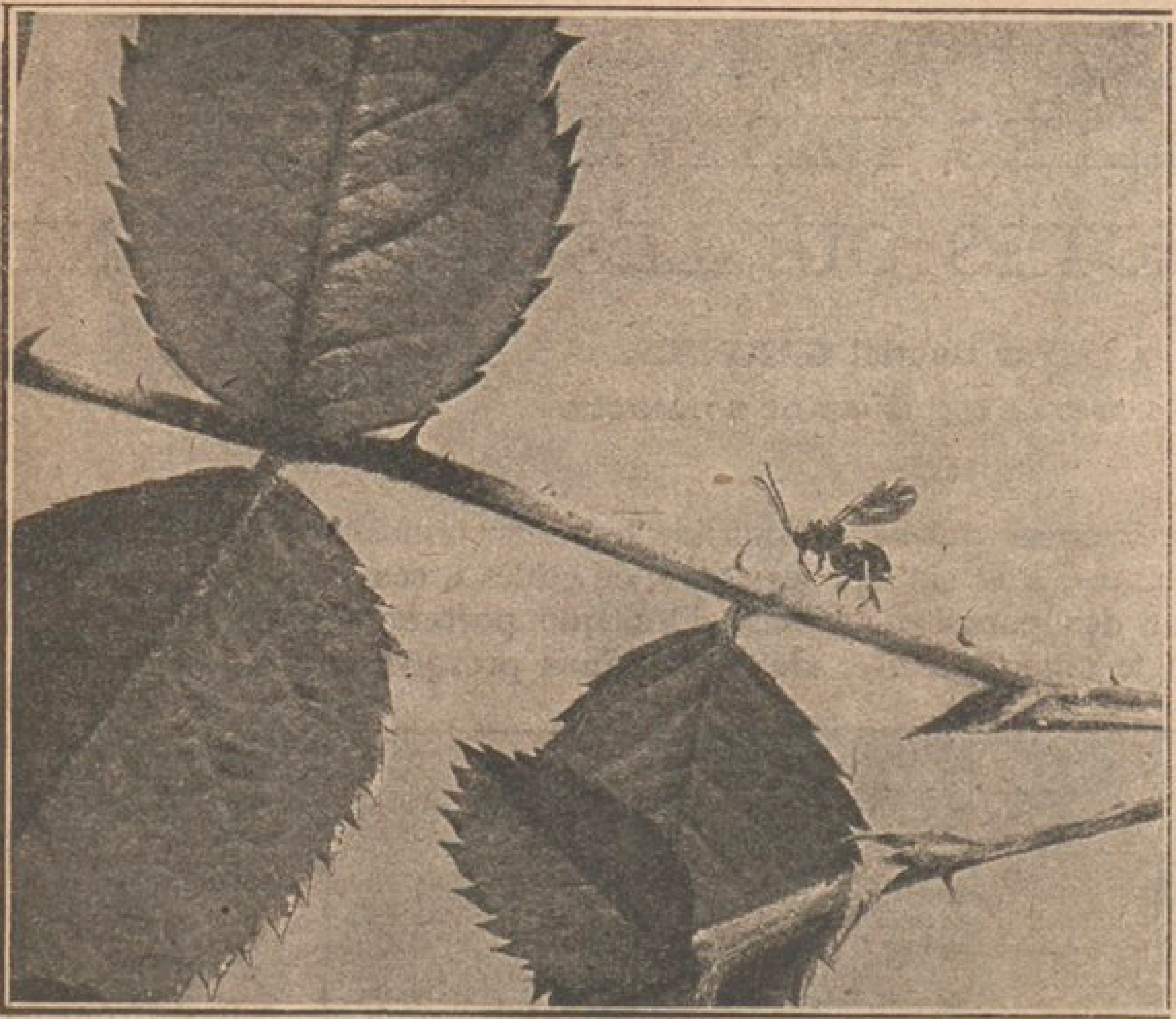
NOIX DE GALLES COMMUNES EN ÉTÉ

Ces jolies petites boules vermeilles et de la grosseur d'une cerise se voient sur les feuilles de chêne; très riches en tanin, elles s'emploient soit dans l'industrie, soit en médecine.

Tous nos lecteurs connaissent, en particulier, les « noix de galles », ces jolies petites boules vermeilles que portent souvent les feuilles de chêne, dans presque toutes les contrées.

Résultats de tuméfactions maladives, les galles sont dues aux piqûres que font divers insectes en déposant leurs œufs dans les organes des plantes. Sous cette influence, les sucs végétaux affluent dans la partie piquée, les tissus se développent d'une manière exagérée, sécrétant en abondance certains principes actifs, principalement du tanin. Au nombre des bestioles gallicoles, on distingue, entre autres, parmi les Hyménoptères, les *Cynipides*, certains *Coléoptères*, des *Pucerons*, des *Diptères* de la famille des Cécidomyides, des *Nématodes* et des *Acariens* de diverses variétés.

Les Cynipides produisent les galles les plus intéressantes. Ils implantent leur tarière toujours au même endroit sur un végétal,



CYNIPS SE POSANT SUR UNE BRANCHE DE ROSIER

Les Cynips se reconnaissent facilement à leurs thorax poilus, à leurs écussons hémi-sphériques, à leurs antennes légèrement épaissies en avant, à leurs abdomens arrondis et comprimés.

et, une fois leur œuf pondu, la plaie ainsi provoquée devient le siège d'une excroissance de forme variable ; tantôt c'est une sphère plus ou moins parfaite, tantôt un cône ou une chevelure touffue, mais, de toutes façons, son accroissement se poursuit avec le développement de l'insecte et quand ce dernier achève sa croissance, la galle atteint sa maturité.

D'une façon générale, un certain nombre de conditions doivent se trouver réunies pour qu'une galle prospère. Il faut d'abord que la plante-mère ou tout au moins la partie aux dépens de laquelle elle va se développer possède une vitalité suffisante. Aussi toutes les excroissances parasites se flétrissent et meurent quand on les sépare du végétal qui les porte, même si on les immerge dans l'eau. En second lieu, quand le Cynips ou autre insecte effectue sa ponte en enfonçant sa tarière rigide et fine dans les tissus destinés à abriter sa future progéniture, l'œuf qu'il y dépose constitue un corps étranger pour le végétal dont la réaction provoque l'éclosion, puis le développement d'une tumeur. La plante, blessée par les excitations continuelles de son ennemi et par le liquide irritant sécrété par cet hôte incommode, multiplie ses cellules, qui entourent ledit parasite d'un kyste protecteur et l'isolent. Ainsi le poison injecté par l'insecte, lors de la ponte de celui-ci, influe beaucoup plus sur la forme et la nature de la tumeur que l'espèce végétale ou l'emplacement de la piqûre.

Mais si l'excroissance formée défend la plante contre son dangereux locataire, elle lui fournit encore une abondante nourriture car son noyau central est presque entièrement constitué par de l'amidon. Divers observa-

GALLES EN CERISES DES FEUILLES DE CHÊNE, APRÈS L'HIVER

Ces galles, dites noix de galles communes, *noircissent après avoir passé l'hiver sur le sol: l'une d'elles a été sectionnée afin de montrer la larve qui, bientôt, se transformera en* Cynips.

teurs ont effectivement démontré qu'au fur et à mesure de leur croissance, les larves de Cynipides transforment, petit à petit, cette matière amylacée en substance grasse, pour en former leur tissu adipeux. Chose curieuse, comme le remarquent de Lacaze-Duthiers et Riche, dans un savant mémoire sur l'*Alimentation de quelques insectes gallicoles*, « les larves de Cynips, si grasses et si bien développées, se trouvent placées exactement dans les conditions que l'on recherche pour l'engraissement: enfermées dans une loge où elles ne peuvent se mouvoir qu'avec peine, elles sont condamnées à un repos presque absolu; aussi la respiration doit-elle être bien peu active, circonstance toujours précieuse, on le sait, pour le développement de la graisse. Une autre cause fait aussi que cette fonction doit être lente; les couches de tissu qui enveloppent la loge centrale sont épaisses et souvent très résistantes; si elles n'empêchent pas l'air d'arriver, elles ne permettent pas, du moins, qu'il se renouvelle avec beaucoup de facilité. Et sans vouloir pousser la comparaison au delà des limites qu'elle comporte, nous ne pouvons nous empêcher d'observer que le repos, l'isolement, la tranquillité et l'obscurité où les agriculteurs placent leurs animaux à l'engrais se trouvent ici réunis pour des larves qui deviennent toujours remarquablement grasses. » D'un autre côté, ainsi que nous l'avons vu plus haut, la galle s'atrophie dès que, par suite d'une cause quelconque, la larve meurt; dans quelques cas, cependant, divers parasites des Cynipides — et ils sont assez nombreux — viennent continuer ou entraver le développement de la tumeur même après la disparition de cette vorace engeance.

Autre fait digne également de remarque, les galles produites par les Cynips ne présentent pas d'ouvertures comme les excroissances analogues. Chacune de leurs larves a pour logis une minuscule cellule dure comme une pierre et à laquelle les naturalistes ont donné le nom de *chambre des larves*. Enfermée dans cette enceinte — telle une amande dans un noyau de cerise — la larve doit percer les parois de sa prison ainsi que les autres enveloppes ligneuses qu'elle rencontre, pour se libérer, lors de sa métamorphose en insecte parfait. Certaines excroissances, comme la noix de galle du chêne, ne renferment qu'une chambre larvaire médiane, mais on en rencontre d'autres qui ont plusieurs loges.

CYNIPS DES NOIX DE GALLES COMMUNES

Ce petit insecte hyménoptère, velu et long de quatre millimètres environ, a l'abdomen d'un noir luisant, l'écusson, les pattes et la tête rouge brun. Il naît au printemps des galles qui se développent à la surface intérieure des feuilles de chêne.

Quant au mécanisme de production de ces tumeurs, de récentes recherches, dues au Dr Erwin F. Smith, chef du laboratoire de pathologie végétale au ministère de l'Agriculture des Etats-Unis, semblent l'éclairer d'un jour nouveau et montrent la complexité du problème. Effectivement, si leur cause commune doit être attribuée à des parasites animaux ou végétaux, si pour beaucoup d'entre elles on peut reproduire expérimentalement les

particularités de leur croissance, leur structure anatomique apparaît extraordinairement variée. Pour s'en convaincre, il suffit de comparer les coupes de différents types de galles d'insectes et d'excroissances causées par certaines sortes de champignons.

De même, ces maladies parasitaires exercent une action plus ou moins pernicieuse sur le cours de la vie des plantes. Chez les végétaux comme chez les animaux, on rencontre toute la gamme des tumeurs depuis les excroissances bénignes et vulgaires qui déforment les arbres de nos forêts, sans grands dommages, jusqu'aux affections cancéreuses dues à des champignons comme le *Sphaeropsis tumefaciens*, cause de la galle mycélienne, si funeste aux citronniers des Indes occidentales, et aux maladies d'origine microbienne, telle la tuberculose de l'olivier, qui doit son existence au *Bacterium savastanvi*.

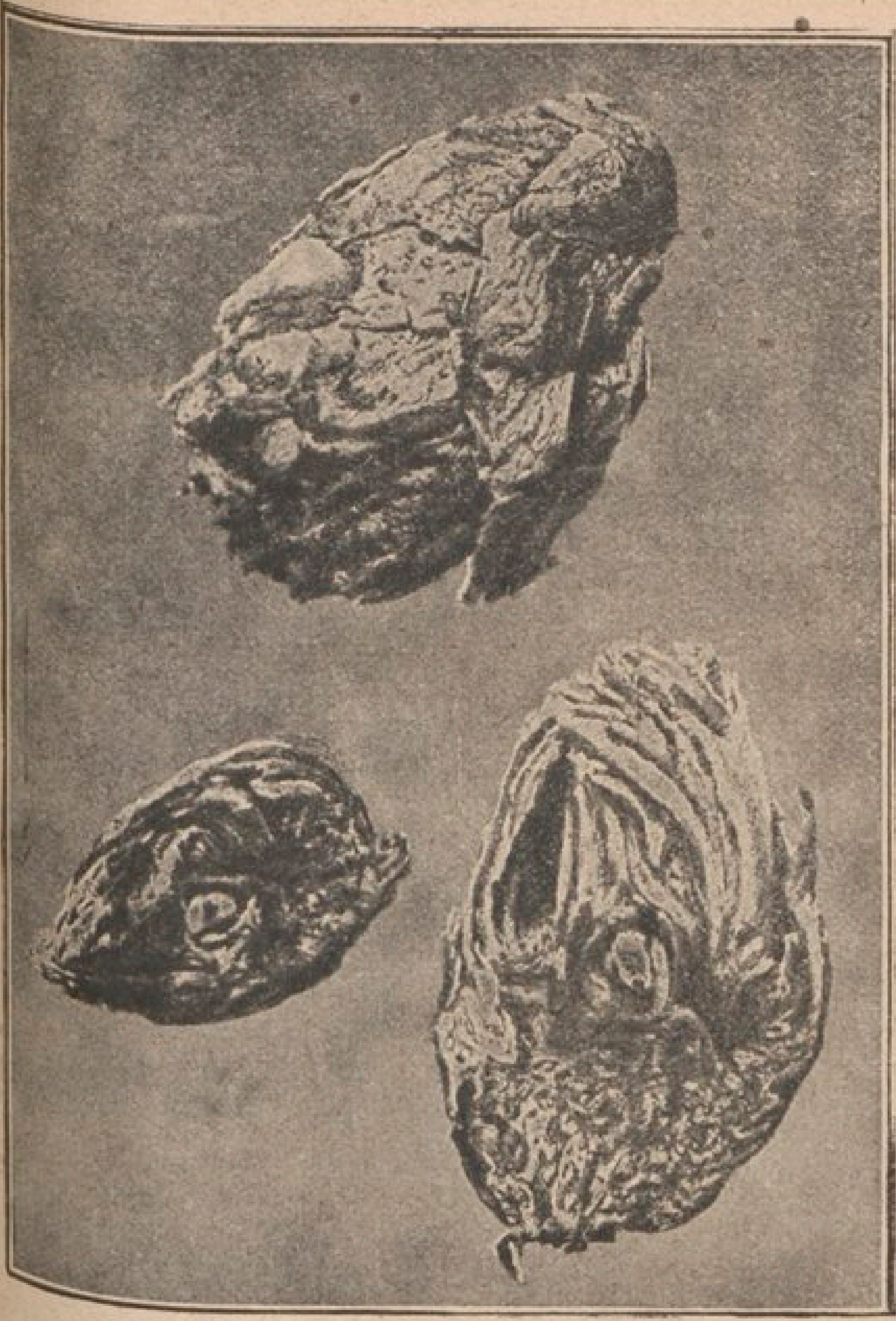
D'une manière générale, l'action d'un parasite quelconque sur le tissu des végétaux, lorsqu'il cause des excroissances par irritation, dépend du nombre de ces intrus et de leur siège d'élection. Ainsi pour le cas des galles d'insectes qui nous occupe, l'irritation s'aperçoit au centre et consiste en excrétions d'une ou de plusieurs larves dans des poches séparées ou réunies dans une tumeur, généralement spécifique pour l'espèce particulière considérée et dont toutes les parties rayonnent symétriquement autour de la source centrale. Le développement du mal cesse dès que la larve, arrivée à la fin de son évolution, se métamorphose en insecte parfait. En particulier, une structure spécifique et une croissance limitée caractérisent les galles causées par les Cynipides. Ces *zoocécidies* se différencient ainsi très nettement des excroissances *phytocécidiques* causées par un parasite mouvant, comme le mycelium croissant d'un champignon; en ce cas, la forme et la nature de la tumeur se modifient beaucoup au cours de la croissance du parasite.

GALLES EN ARTICHAUT QUI POUSSENT A L'AISSELLE DES FEUILLES DE CHÊNE

L'Aphilotrix gemmal *femelle, issue en avril de ces galles, pique les bourgeons et y provoque la formation ultérieure de petites galles qui apparaissent sur les chatons, lors de la floraison.*

Passons en revue maintenant les principales familles d'insectes gallicoles en commençant par la nombreuse tribu des *Cynipides*, embrassant non seulement les Hyménoptères producteurs de galles, mais encore d'autres bestioles voisines qui, simples locataires de ces excroissances, vivent à leurs dépens, comme des coqs en pâte ! Suivons-les au cours de leur existence, car leurs mœurs curieuses méritent bien quelques moments d'attention soutenue.

Voici d'abord les *Cynips*, qui se reconnaissent facilement à leurs thorax poilus, à leurs écussons hémi-sphériques, à leurs antennes légèrement épaissies en avant, à leurs abdomens arrondis et comprimés. Les femelles des insectes de ce genre portent une tarière ressemblant à une soie longue et très déliée qui, au repos, se loge dans une rainure abdo-



TYPES DE GALLES EN ARTICHAUT DES BOURGEONS DU CHÊNE

*Ces curieuses galles, d'abord vertes, puis brunes, ressemblent beaucoup aux fruits du houblon. Sur notre photographie, deux d'entre elles ont été ouvertes afin de montrer les larves d'*Aphilotrix gemmal *qui y vivent*

minale mais qu'elles peuvent étendre par le jeu de leur muscle. Elles utilisent cet organe pour piquer les végétaux et pondre un œuf dans la blessure. Alors la galle se développe petit à petit, tandis que les mandibules de la jeune larve acquièrent assez de force pour attaquer les cellules végétales. Dès lors, le parasite et la galle poursuivent leur développement mutuel, tout arrêt de croissance d'un des associés provoquant des troubles vitaux chez l'autre. Si rien ne vient gêner leur quiétude, la larve hiverne à l'abri des intempéries dans ce home moelleux, puis se métamorphose en nymphe, sous l'influence des effluves printaniers, et, enfin, devenu adulte, l'insecte, après avoir percé une galerie à travers les parois épaisses de sa prison, s'échappe au dehors pour passer en liberté le dernier stade de sa courte existence.

Les Cynipides, d'ailleurs, causèrent plus d'une surprise aux biologistes, et l'étude attentive de ces extraordinaires bestioles conduisit le Dr Adler à la découverte des *générations alternantes.* Pour expliquer ce terme, reprenons la question *ab ovo* — sans jeu de mots ! Dans ce groupe d'Hyménoptères, un certain nombre d'espèces, les Aphilotrix, par exemple, ne s'accouplent pas ; la procréation s'effectue sans fécondation préalable. Mais cette parthénogénèse s'opère d'une manière plus compliquée que chez les abeilles. Quand, dans une ruche, en effet, il n'y a pas de mariage, on rencontre seulement des mâles, tandis que chez beaucoup de Cynipides, lorsque l'accouplement manque, il ne naît que des femelles et les mâles n'apparaissent qu'accidentellement. Voici comment le Dr Adler rend compte du phénomène :

Les œufs pondus par une espèce déterminée de Cynipides donnent naissance à

CYNIPS DE LA GALLE DE L'ÉGLANTIER

L'insecte développe sur cet arbuste des galles chevelues.

une génération si différente que les entomologistes la décrivaient parfois jusqu'ici comme constituant une espèce distincte. En d'autres termes, une génération *agame* d'individus femelles, se développant dans des galles, peuvent fournir une génération formée à la fois de mâles et de femelles en nombre égal, qui vivraient dans des galles nettement différentes des premières. Ainsi l'*Aphilotrix gemmæ* femelle, issue en avril de *galles en artichaut* qui poussent à l'aisselle des feuilles de chêne, pique les bourgeons et y provoque la formation ultérieure de petites galles qu'on voit apparaître sur les chatons lors de la floraison. Puis, vers la mi-juin, se développent, dans ces excroissances, des *Andricus pilosus* des deux sexes dont les femelles reproduisent, par la piqûre des bourgeons, les galles en artichaut primitives d'où sortent de nouvelles *Aphilotrix gemmæ* agames au printemps de l'année suivante.

GALLES CHEVELUES DE L'ÉGLANTIER

Ces galles chevelues, vertes et rouges, se nomment bédéguars, *et on leur attribuait jadis de nombreuses propriétés curatives.*

Ceci dit sur la famille des Cynipides, donnons quelques détails caractéristiques sur les plus importants de ses membres. A tout seigneur, tout honneur. Voici d'abord le *Cynips des noix de galles communes*, petit insecte velu de 4 millimètres, à l'abdomen d'un noir luisant, à l'écusson, aux pattes et à la tête rouge brun, dont on ne connaît jusqu'ici que la forme femelle agame, appelée par les naturalistes *Dryophanta scutellaris*. Cet hyménoptère naît au printemps des noix de galles vermeilles, sphériques et de la grosseur d'une cerise, qui se développent à la face inférieure des feuilles de chêne. Du *Cynips des bourgeons de chêne*, on a observé la forme agame *(Aphilotrix gemmæ)* et la forme sexuée *(Andricus pilosus)* un peu plus petite, noire à l'exception des antennes et des pattes partiellement jaunâtres. Les Aphilotrix éclosent des curieuses *galles en artichaut*, d'abord vertes, puis brunes, qui ressemblent beaucoup aux fruits du houblon.

Les écailles imbriquées qui les forment s'écartent et laissent voir à l'intérieur une nodosité ovale dite « galle interne », qui tombe à terre à l'époque de la maturité. D'après les observations d'Adler, ces Cynips mettent deux ou trois ans pour accomplir leur évolution. Les *Aphilotrix gemmæ* agames sortent des galles en artichaut en avril, puis, pour assurer le sort de leurs futurs enfants, elles enfoncent leur tarière entre les écailles du bourgeon et y déposent leurs œufs. Vers le mois de mai, on aperçoit, sur les chatons des fleurs mâles, de gracieuses petites galles, ovales et pointues, vertes puis brunes et recouvertes de poils roides, blanchâtres, isolées ou groupées entre les étamines. Aux environs de la mi-juin, les *Andricus pilosus* ou Cynips sexués sortent de ces petites galles et s'accouplent peu de temps après ; elles piquent ensuite les bourgeons les plus tendres sur lesquels se développeront finalement des galles en artichaut.

Un autre Cynips a des goûts plus délicats. Il il aime les églantiers et certains rosiers.

développe sur ces arbustes des galles moussues, chevelues, vertes et rouges qu'on nomme *bédéguars* et auxquelles on attribuait jadis de nombreuses propriétés curatives. Quant au *Rhodites eglanteriæ*, il produit aussi, à la face inférieure des rosiers et des églantiers, des galles sphériques et dures de la grosseur d'un pois. Il ressemble beaucoup au précédent, mais ses ailes sont plus claires.

Sur les racines des vieux chênes, on rencontre encore des galles spongiformes dues au *Biorhyza aptera*, forme agame de l'espèce décrite sous le nom de *Teras terminalis*. Ce Cynips aptère, d'une couleur rouge tirant sur le jaune brun, apparaît de très bonne heure au printemps ou vers l'automne et parfois à plusieurs décimètres de profondeur sous terre. Dès son éclosion, il s'échappe du sol et grimpe le long des troncs. Chaque femelle choisit un bourgeon situé au sommet d'un chêne, puis, après avoir incliné sa tête vers le pied de l'arbre, elle enfonce sa tarière jusqu'à l'endroit qu'elle juge favorable et crible le tissu végétal de trous disposés côte à côte et dépose ensuite un œuf dans chaque orifice. Ces galles, blanches ou vermeilles au commencement du printemps, se crevassent en vieillissant et présentent alors l'aspect de pommes desséchées. D'ordinaire, les deux sexes vivent séparés dans ces tumeurs, d'où ils sortent au printemps pour aller pondre sur les racines, et, indépendamment de plusieurs espèces de *Synergues*, une douzaine d'autres parasites y vivent comme locataires, principalement des *Ptéromalinés* et le *Balaninus villosus*, qui y dépose ses œufs en grande quantité pour que ses larves se nourrissent de leur parenchyme.

D'ailleurs, d'une façon générale, comme nous le notions ci-dessus, les insectes producteurs des galles ne se limitent pas à la tribu des Cynipides, mais quelques Diptères de la famille des Cécidomyides, certains Coléoptères ou Lépidoptères, plusieurs Pucerons, voire les acariens, en provoquent

UNE GALLE DE L'ÉGLANTIER OUVERTE AFIN DE MONTRER LES LARVES DE « CYNIPS » QU'ELLE ABRITAIT

TROIS SPÉCIMENS DE PUCERONS VELUS DE L'ORME

Ces pucerons noirs, revêtus d'un duvet pubescent blanchâtre, piquent les feuilles des ormes à la face inférieure, y provoquant des excroissances spongiformes, souvent assez volumineuses.

TUMEURS GALLOÏDES DE L'ORME

Ces tumeurs, produites par un puceron, le Schizoneura laniginosa, *ressemblent à des bourses de dames; mais, au lieu d'habiter leur intérieur, le puceron se fixe sur la surface externe de ces excroissances.*

également sur les racines ou les branches, les feuilles, les fleurs et les fruits de nombreux végétaux, comme en témoignent nos photographies. Chaque espèce affectionne une plante et une partie de cette dernière. Ainsi, sur l'Orme, on voit des galles ressemblant à des bourses de dames et produites par un puceron, le *Schizoneura laniginosa;* en rangs serrés, ces bestioles s'attaquent aux jeunes branches, mais au lieu d'habiter l'intérieur des excroissances que leurs piqûres provoquent, ils se fixent sur leur surface externe, dont les infractuosités les protègent.

Pour les distinguer des galles proprement dites, on appelle ces curieuses tumeurs des *galloïdes.*

Les Orties elles-mêmes ne sont pas épargnées par la gent gallicole, et un Diptère produit sur le revers de leurs feuilles de petites boursouflures analogues à celles qu'on remarque également sur l'osier. Enfin, parmi les *Acariens* producteurs de tumeurs végétales, nous pourrons encore en mentionner deux, de taille minuscule à la vérité, mais d'une grande activité : les *Phytoptes* du tilleul et de la vigne. Sur cette dernière plante, ces Arachnides provoquent la maladie que les vignerons désignent sous le nom d'*érinose* et que décèle la présence de nombreuses saillies boursouflées sur la face supérieure des feuilles. Des soufrages, plusieurs fois répétés, au printemps, suffisent à combattre cette affection, beaucoup moins grave pour les vignobles que le phylloxera ou l'oïdium !

Quoique la plupart des galles nuisent aux plantes sur lesquelles elles se développent, un certain nombre d'entre elles jouent un rôle utile. Très riches en tanin,

TUMEUR GALLOIDE EN FORME DE POMME POUSSÉE ET DÉVELOPPÉE SUR UNE BRANCHE D'ORME

Cette excroissance pousse de préférence sur les jeunes branches.

elles s'emploient soit dans l'industrie, pour la teinturerie et le tannage des peaux, soit en médecine, à cause de leurs propriétés astringentes. Dans le commerce, on estime surtout les *noix de galles* du Levant, ou excroissances que la piqûre d'une espèce de Cynips provoque sur les bourgeons de certains chênes très répandus en Asie Mineure. Les meilleures, lourdes, foncées et de la grosseur d'une noisette, viennent d'Alep; celles qu'on récolte aux environs de Smyrne sont d'ordinaire plus grosses, plus blanches et se vendent moins cher. Ces noix de galles renferment 60 à 70 % d'acide tannique et 2 % environ d'acide gallique. La pharmacie les utilise en teinture alcoolique (100 grammes de noix pour 500 grammes d'alcool à 60°).

COUPE DE LA TUMEUR GALLOIDE DE L'ORME

A l'intérieur, comme le montre l'examen de sa section, cette tumeur a une texture granulaire très nette.

PHOTOGRAPHIE DE LA GALLE DE L'OSIER

On distingue, au revers de quelques feuilles, les boursouflures assez volumineuses produites par la piqûre des Cynips.

En dehors des galles produites par les Cynips sur les chênes, la tannerie utilise encore les galles que déterminent les blessures faites par les *Aphix* sur divers arbustes de la famille des Térébinthacées, en particulier les *galles de térébinthe*, longues, aplaties en forme de cornes, à parois coriaces et rougeâtres, qu'on trouve en abondance dans toute la région méditerranéenne ; les *galles de pistachier*, qui, avant la guerre, arrivaient en assez grande quantité de Boukhara (Turkestan) avec les pistaches, et les *galles de Chine*, récoltées sur plusieurs espèces de Sumac et que divers commerçants anglais importèrent les premiers en Europe.

Au temps de Réaumur, les galles rondes ou cerises des feuilles des chênes faisaient l'objet d'un assez grand négoce dans les environs de Bordeaux, dans les Landes et les Pyrénées, mais on les délaisse presque complètement aujourd'hui, car les tanneurs, les teinturiers et les fabricants d'encre français se procurent du tanin ou de l'acide gallique à meilleur compte. Par contre, en Crète et dans certaines régions de l'Orient, on recueille encore aujourd'hui les galles dues à la piqûre d'un insecte sur plusieurs espèces de Sauges qui y croissent. *Ces pommes de sauge* se développent sur les feuilles de ces plantes herbacées et on les cueille au début du mois de mai ; on en confectionne même, additionnées de sucre ou de miel, de succulentes confitures !

GALLE DE LA TIGE DES CHOUX

Dans ces nodosités, produites au ras de terre par les larves d'un Cynipide, vivent en parasite les larves d'un petit charançon ; leur partie supérieure, sectionnée, montre ces bestioles dans leur confortable « home » hivernal.

EXCROISSANCES GALLOÏDES DES FEUILLES D'ORTIES

Comme les organes humains, les plantes ont leurs microbes ; en dehors des insectes qui déterminent à leur surface des kystes ou des tumeurs, elles sont souvent envahies, dans l'épaisseur même de leurs tissus, par des infiniment petits qui les dévorent lentement, provoquent leur dépérissement et amènent finalement leur mort. Les végétaux ont leurs maladies spéciales dont quelques-unes ont pu être définies et que des spécialistes soignent parfois avec succès ; mais si l'on rencontre de ci de là des praticiens qui se consacrent à la chirurgie des arbres, les beaucoup plus rares sont les « médecins » des plantes. Les botanistes étudient les maladies de ces dernières mais ils ne les soignent pas.

Gabriel Gardner.

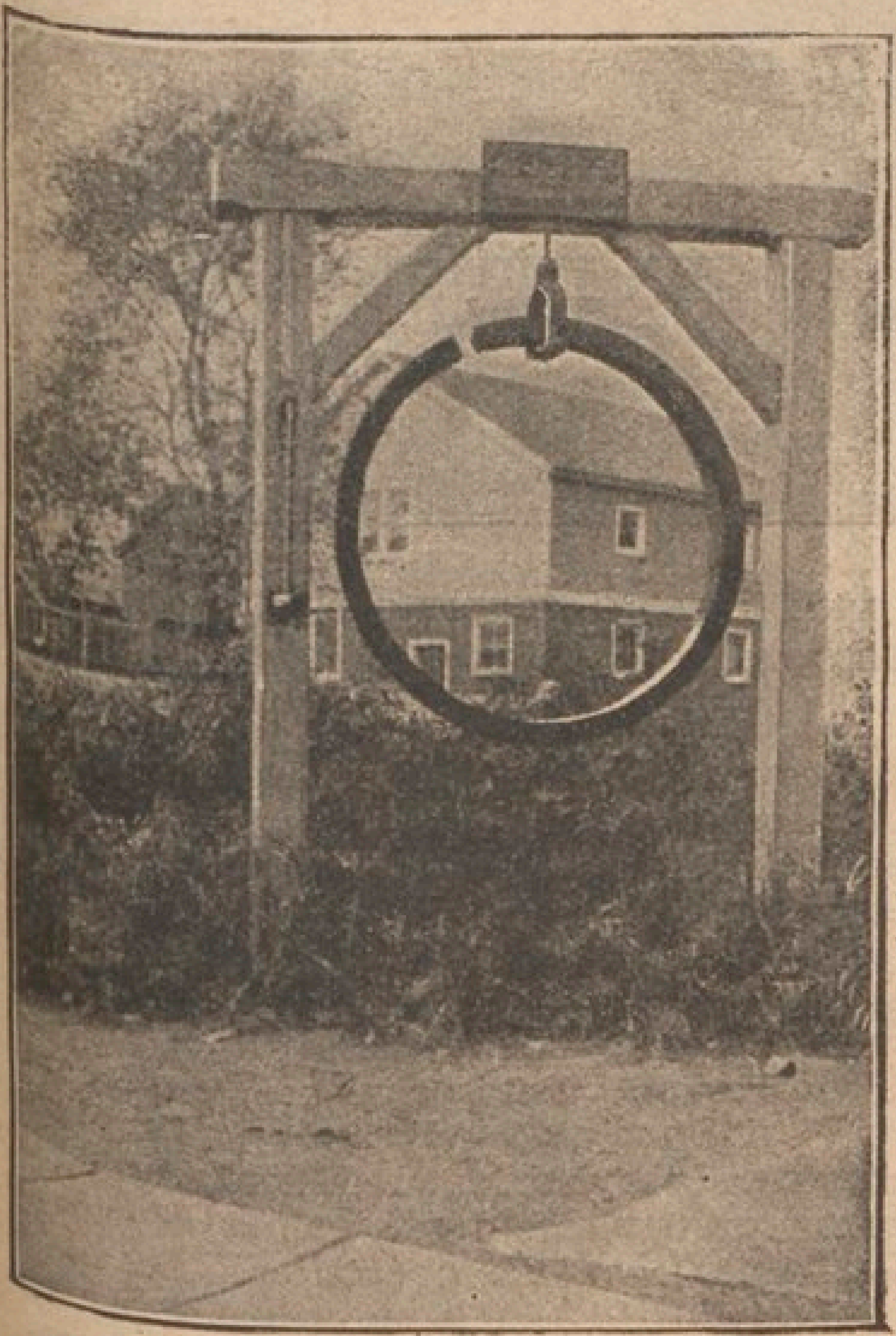
LES A-COTÉS DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Un curieux système d'alarme

Lorsqu'un incendie éclate à Fort Lee (Etats-Unis), l'alarme est donnée et propagée dans tout le pays environnant d'une manière vraiment digne d'être signalée. A chaque carrefour et croisement de routes est érigé un portique en bois entre les montants duquel est suspendu un gros

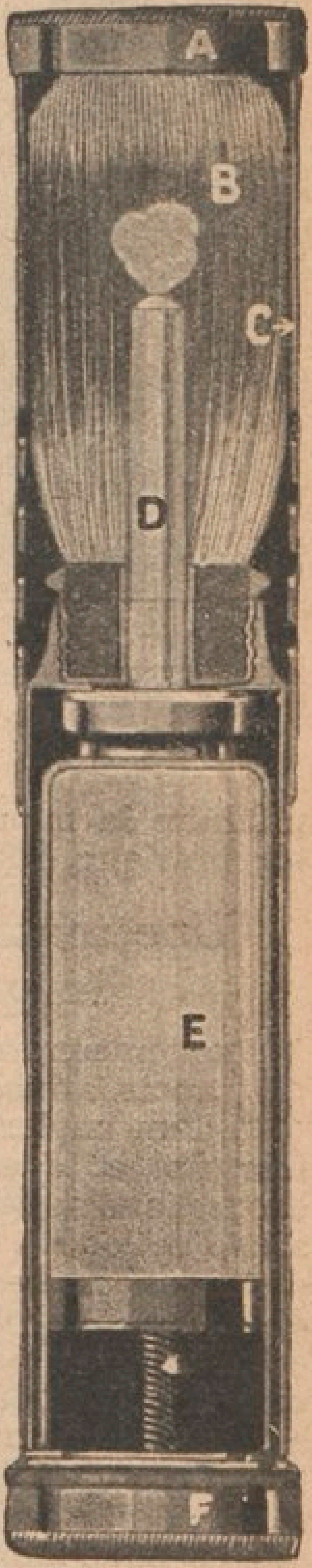


L'AVERTISSEUR D'INCENDIE DE FORT LEE

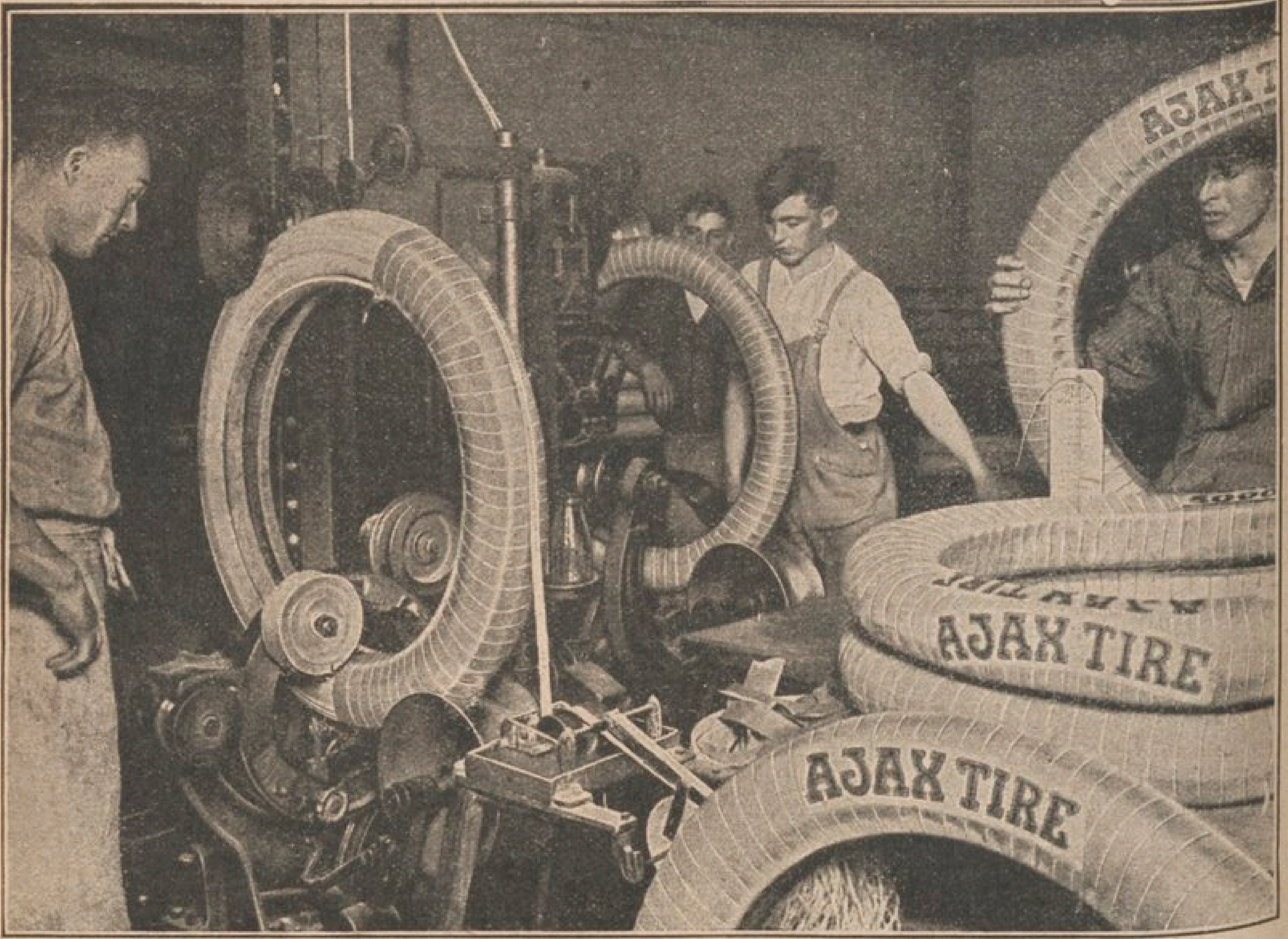
anneau coupé, fait d'un rail de chemin de fer recourbé sur lui-même à la forge mais sans raccordement des extrémités. Un fort marteau est suspendu et attaché par un tronçon de chaîne à l'un des montants. Ceci dit, lorsqu'un incendie se déclare, la première personne à le constater s'empresse de décrocher le marteau de l'appareil d'alarme le plus proche et de frapper sur l'anneau le nombre de coups indiqué sur la pancarte explicative ; l'anneau, en vibrant, fait entendre un son grave d'une ampleur et d'une portée inattendues. Bientôt les appareils plus éloignés sont eux-mêmes actionnés, si bien qu'en très peu de temps l'alarme est efficacement donnée à tous les habitants. Fort Lee n'a pas le monopole de ce gong original, mais il est curieux de voir cette méthode d'alarme rudimentaire subsister dans une ville — une petite ville il est vrai — qui n'est séparée de l'ultra-moderne New-York que par la largeur du fleuve Hudson.

Un blaireau auto-savonneur

Il appartenait à un Américain — puisque se raser soi-même avec sûreté nous fut déjà enseigné par un Yankee — de créer un blaireau qui renfermât en lui-même tout ce qu'il faut pour produire et promener sur l'épiderme cette belle mousse savonneuse sans laquelle on ne saurait se raser sans douleur. Un coup d'œil sur le dessin de ce blaireau auto-alimentaire en fait comprendre immédiatement le principe très simple et l'ingénieuse construction. La partie réservoir contient une cartouche de crème de savon qu'un piston mû par une vis-pression refoule à travers un tronçon de tube en caoutchouc jusqu'au cœur du pinceau qui constitue le blaireau proprement dit. Il suffit donc, pour être prêt à se soumettre l'épiderme au tranchant du rasoir, d'abord d'enlever le couvercle qui protège le pinceau, ensuite d'humecter celui-ci, puis de tourner légèrement le bouton moleté placé à la base de l'instrument pour faire pénétrer un peu de crème dans le blaireau, lequel n'a plus besoin que d'être frotté sur la peau pour



A, *couvercle ;* B, *blaireau ;* C, *étui télescopique ajouré ;* D, *tube de caoutchouc amenant la crème de savon* E *dans le blaireau lorsque le bouton* F *est tourné.*



AVEC CETTE MACHINE, RELATIVEMENT SIMPLE, UNE MINUTE SUFFIT POUR ENVELOPPER COMPLÈTEMENT DE PAPIER UN PNEUMATIQUE D'AUTOMOBILE

produire la mousse désirée. Voilà qui semble pratique, ingénieux et très hygiénique.

Une machine à envelopper les pneumatiques

Les pneumatiques sont généralement, après fabrication, entourés d'une bande d'un papier spécial destiné à protéger leur fini et à empêcher également que le caoutchouc ne se détériore dans les magasins sous l'action de la lumière, de l'humidité et de la chaleur. Pendant longtemps, cette bande de papier fut enroulée à la main; comme cela demandait du temps et exigeait une certaine habileté, deux *impedimenta* qu'on cherche toujours à éliminer aux Etats-Unis, un ingénieur fut chargé, par l'une des plus importantes maisons de pneumatiques d'Amérique, d'établir les plans d'une machine qui pût effectuer l'opération vite et bien. Comme poser le problème c'est généralement le résoudre, l'ingénieur arriva à ses fins, et c'est la machine qu'il inventa et construisit que nous voyons à l'œuvre sur notre photographie. On se fera une idée de la rapidité de son travail quand on saura qu'elle enveloppe un pneumatique en moins d'une minute et cela avec une uniformité qu'on ne saurait prétendre obtenir, même de loin, en effectuant la même opération à la main.

LES LUNETTES AUX SECTEURS COLORÉS

Pour échapper à l'éblouissement des phares d'automobiles

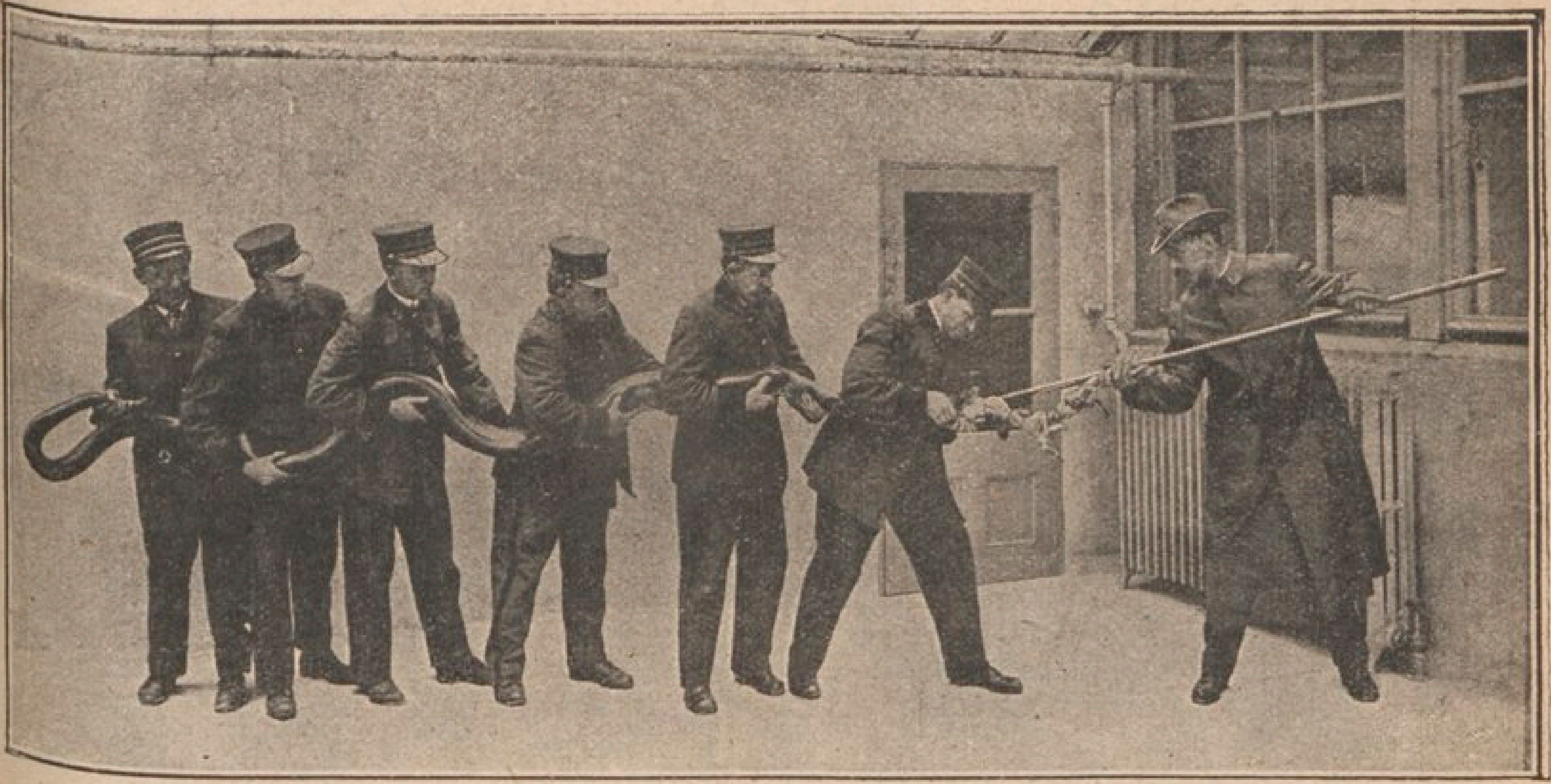
Nous ne parlons, bien entendu, que du conducteur qui, la nuit, est constamment exposé à être ébloui par les phares de voitures venant en

sens inverse de la sienne. Nombreux sont encore, en effet, les chauffeurs qui ne se soumettent pas à cette règle tacite — observée par tous les conducteurs intelligents — qui veut que deux voitures venant l'une vers l'autre éteignent mutuellement leurs phares — ou les mettent tout au moins en veilleuse — d'aussi loin qu'elles entrent chacune dans la zone éclairée de l'autre.

Il est inutile d'insister sur les accidents très graves qui peuvent résulter d'un éblouissement causé par des phares ; mais, en attendant qu'une loi sévère, appliquée d'une façon draconienne, prohibe formellement l'usage de tout appareil éclairant susceptible de causer cet éblouissement, je ne vois pour le conducteur sage d'autre moyen de se protéger qu'en portant des lunettes ou lorgnons dont chaque verre présente, du même côté (le gauche quand il est de règle de tenir la route à droite) un secteur fortement coloré. Il suffirait ainsi de tourner légèrement la tête à droite, au moment où les fâcheux phares seraient aperçus, pour échapper à l'éblouissement, leur éclatante lumière étant considérablement atténuée par les secteurs colorés et ramenée ainsi à deux points lumineux tout à fait inoffensifs.

Un serpent qui veut se laisser mourir de faim

Un serpent, nouvellement arrivé au jardin zoologique de New-York, refusa purement et simplement de prendre la moindre nourriture ; ses gardiens eurent beau mettre les petits plats dans les grands et l'inviter le plus gracieusement du monde à faire honneur au festin, le reptile ne voulut rien entendre ; on insista, il fit le mort. Le directeur de l'établissement se vit alors contraint de recourir aux grands moyens, et, sans consulter la Société de protection des animaux, il fit avaler de force à l'irréductible serpent... un lapin qu'on avait attaché à l'extrémité d'un long bâton, non sans l'avoir au préalable dépouillé de sa peau pour ménager la susceptibilité du reptile. Professeurs, journalistes et photographes furent conviés à cette grande première, dont le succès fut considérable. Nous n'avons pu savoir, cependant, si le récalcitrant pensionnaire du jardin zoologique new-yorkais daigna digérer le repas ainsi servi.



LE SERPENT RÉCALCITRANT SE VOIT INGURGITER DE FORCE UN LAPIN

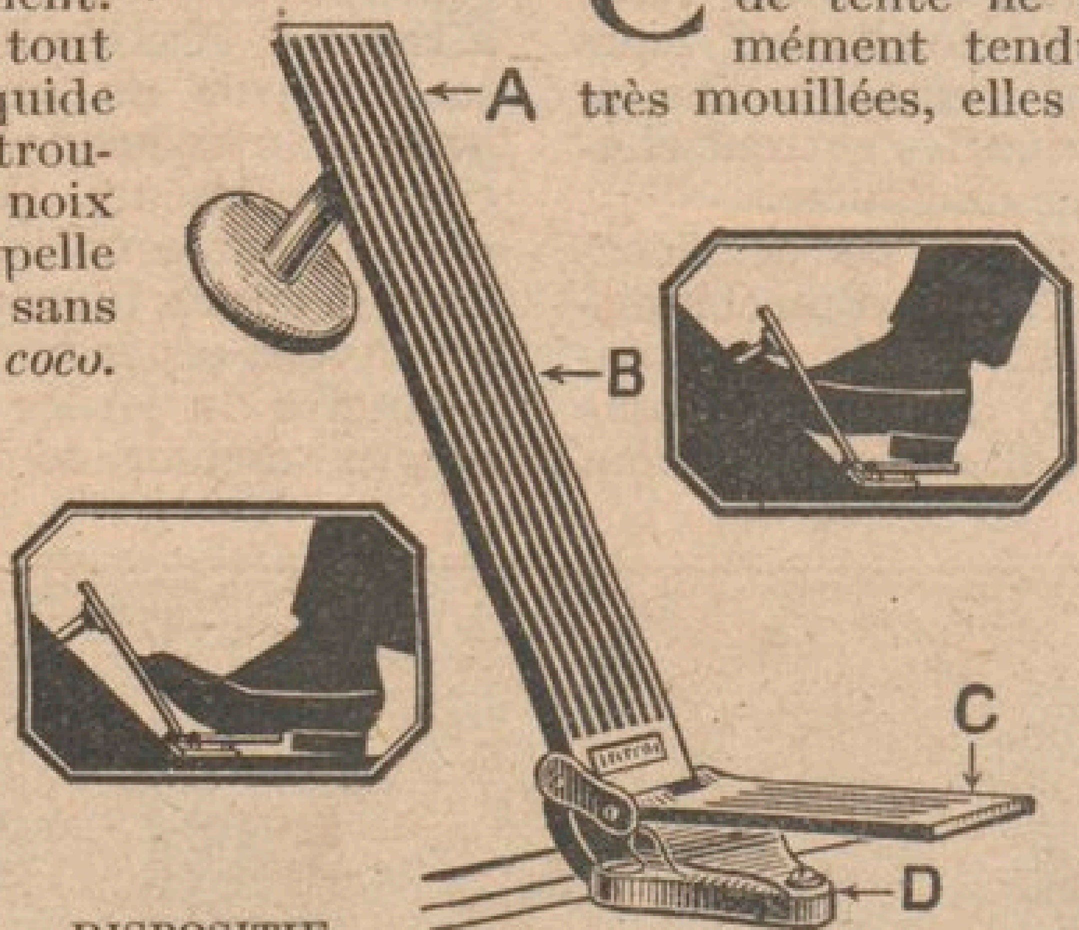
Un procédé pour l'amélioration du « lait de noix de coco »

On retire de la chair séchée de la noix de coco une huile, dite huile de coprah, qui ressemble d'une façon marquée au lait de vache par ses constituants; mais, pour lui en donner l'apparence, il fallait trouver le moyen de l'émulsionner, c'est-à-dire de provoquer une séparation des particules graisseuses telle qu'elles ne puissent plus s'agglomérer à nouveau. On n'y est parvenu que récemment, en mélangeant à l'huile de coprah du lait écrémé au moyen d'un procédé chimique nouvellement breveté. En lui-même, ce lait écrémé n'est pas une nourriture à dédaigner, il contient notamment de la caséine et du sucre. Les deux liquides sont combinés l'un à l'autre sous forme d'une émulsion laiteuse au moyen d'un stabilisateur tiré du sucre brut. Ce stabilisateur empêche les infimes particules de graisse de se réassembler. On peut produire ainsi du lait pauvre ou riche, demi-écrémé ou tout-

crème, à volonté, et même la plus épaisse qualité de crème qui se puisse désirer. Le produit a non seulement l'apparence du lait, mais il en a encore la saveur ; il s'assimile, en outre, plus rapidement. C'est, entendons-le bien, tout autre chose que le liquide aqueux et fade que l'on trouve à l'intérieur de la noix fraîche et que l'on appelle communément, et non sans raison, du *lait de noix de coco.*

La commande au pied de l'accélérateur rendue plus aisée

L'ACCÉLÉRATEUR au pied est généralement constitué, dans les automobiles, par un simple bouton ; une cale quelconque aide à maintenir le pied dans la position qui lui permet de faire pression sur le bouton. Comme la commande de l'accélérateur se fait presque constamment au pied, pour des raisons de commodité, il arrive un moment où le conducteur, même le plus entraîné, se fatigue de ne pouvoir bouger l'un de ses pieds ni, par conséquent, la jambe autrement que dans des limites extrêmement réduites. Cet inconvénient disparaît avec l'emploi de l'appareil ou mieux du dispositif dont nous donnons le dessin ; comme on peut le voir, il permet trois positions différentes du pied (*A*, *B* et *C*), sans cesser de faire pression sur la tige de commande de l'accélérateur ; ces trois positions permettent d'ailleurs chacune une certaine latitude de mouvement ; en outre, on peut régler la vis *D* de telle manière que la pression du pied en *C* permette de maintenir, pour le réglage considéré, une accélération uniforme, et, par conséquent, une vitesse pratiquement constante, ce qui est un avantage dans la marche en palier. Ce petit dispositif est évidemment peu de chose, mais encore fallait-il y songer. D'ailleurs, nos amis d'outre-Atlantique excellent dans ces menues inventions, qui mettent ordinairement beaucoup de temps avant d'être adoptées chez nous.



DISPOSITIF GÉNÉRAL DU NOUVEL ACCÉLÉRATEUR

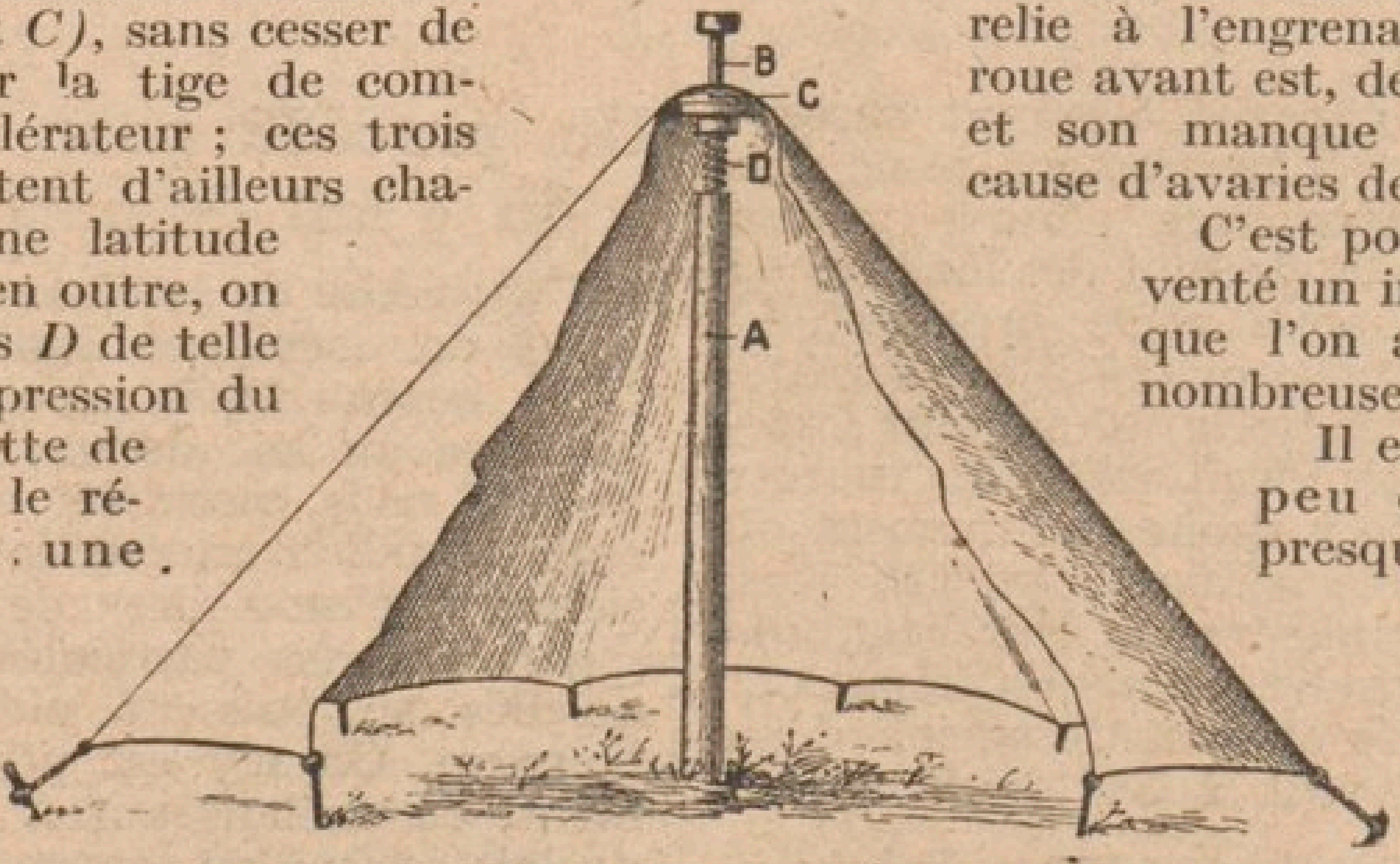
Pour empêcher la toile de tente de claquer au vent

CHALEUR et humidité font que les toiles de tente ne demeurent pas uniformément tendues ; lorsqu'elles sont très mouillées, elles prennent du mou, battent et claquent au vent ; si elles sont, au contraire, très sèches, elles peuvent se tendre au point d'arracher de terre les pieux qui les maintiennent ou de se déchirer elles-mêmes. Il semble que le meilleur moyen d'éviter l'un ou l'autre inconvénient soit de permettre au point d'attache de la toile, au sommet du mâtereau, certains déplacements en hauteur, mais en opposant à ces déplacements la force antagoniste d'un ressort convenablement taré. Un semblable dispositif est représenté sur notre figure. On conçoit qu'il ne soit pas très difficile de le régler

Un compteur kilométrique dans le moyeu d'une roue d'automobile

LE compteur kilométrique en usage sur la plupart des automobiles présente de sérieux inconvénients. Il nécessite de fréquents ajustages pour conserver son efficacité. Le tube qui le relie à l'engrenage placé sur la roue avant est, de par sa longueur et son manque de rigidité, une cause d'avaries de tous les instants. C'est pourquoi l'on a inventé un ingénieux appareil que l'on a adopté pour de nombreuses voitures. Il est de forme ronde, et peu encombrant. Son presque invisible. Son faible diamètre le permet de le placer dans le moyeu même. L'intérieur de l'appareil ne renferme que deux roues dentées, dont l'une est située sur l'essieu de la roue, tandis que l'autre est fixée au moyeu qui l'entraîne dans son mouvement de rotation. Il peut enregistrer jusqu'à 100.000 kilomètres.

V. RUBOR.



TENTE MUNIE DE SON SYSTÈME TENDEUR

A, *mât* ; B, *tige de fer prolongeant le mât* ; C, *champignon supportant la toile au sommet et pouvant se déplacer dans le sens vertical* ; D, *ressort assurant constamment la tension de la toile.*

CHRONOLOGIE
DES FAITS DE L'APRÈS-GUERRE

(Nous reprenons cette chronologie aux dates suivant immédiatement celles où nous avons dû l'interrompre dans notre précédent numéro.)

Décembre 1918

Le 1er. — *Les journaux publient le texte de l'abdication de Guillaume II. — Les armées anglo-américaines pénètrent en Prusse rhénane.*

Le 2. — *Les Américains occupent Trèves, et les Belges entrent à Aix-la-Chapelle.*

Le 3. — *M. Klotz annonce à la Chambre que l'emprunt a produit près de 28 milliards. — Entrée solennelle des Franco-Anglais à Bucarest.*

Le 5. — *Paris acclame les souverains belges. — Les députés d'Alsace-Lorraine proclament, à Strasbourg, le rattachement des deux provinces à la France.*

Le 6. — *Entrée des Anglais à Cologne.*

Le 7. — *Metz reçoit avec enthousiasme MM Poincaré et Clemenceau.*

Le 8. — *Magnifique réception des deux présidents à Strasbourg.*

Le 9. — *Les troupes françaises occupent Mayence.*

Le 12. — *Abdication de l'empereur d'Autriche. — Les Anglais occupent la tête de pont de Cologne.*

Le 13. — *Le président Wilson débarque à Brest. — Les Américains occupent la tête de pont de Coblence. — L'armistice est prolongé d'un mois.*

Le 14. — *Arrivée à Paris de M. Wilson, au milieu d'une ovation indescriptible.*

Le 15. — *Les généraux Fayolle et Mangin entrent à Mayence. — Les Français sont à Wiesbaden.*

Le 16. — *M. Bratiano redevient chef du gouvernement roumain.*

Le 19. — *Le roi d'Italie arrive à Paris. Il est chaleureusement acclamé. — Réception du maréchal Joffre à l'Académie.*

Le 20. — *Les conseils socialistes allemands décident que la Constituante sera élue le 19 janvier.*

Le 21. — *Le prince Lvof, ancien président de la République russe, arrive à Paris dans le but de demander une intervention.*

Le 24. — *Les troupes françaises occupent un faubourg de Francfort. — Un groupe de marins cherche à renverser le gouvernement allemand, qui parvient à les mettre en fuite.*

Le 26. — *Le chiffre de nos pertes est communiqué à la Chambre; 1.071.300 morts; 314.000 disparus; 446.300 prisonniers. — M. Wilson est acclamé à Londres.*

Le 27. — *Le révolutionnaire russe Savinkoff arrive à Paris.*

Le 28. — *Premières indications sur les élections britanniques; elles apportent une puissante majorité à M. Lloyd George.*

Le 29. — *A la suite d'un long débat de deux jours, la Chambre donne sa confiance entière à M. Clemenceau, par 398 voix.*

Le 30. — *Les Polonais s'emparent de Posen.*

Janvier 1919

Le 1er. — *Départ du président Wilson pour l'Italie.*

Le 3. — *La population romaine acclame frénétiquement M. Wilson.*

Le 4. — *Le président Wilson est reçu par le pape. — On annonce que les bolcheviks ont pris Riga, et l'on donne des détails sur leur défaite de Perm, où les troupes sibériennes ont fait plus de 20.000 prisonniers.*

Le 5. — *Les spartaciens entament une lutte ouverte, à Berlin, contre le gouvernement. De violents combats se livrent dans les rues.*

Le 6. — *Mort de M. Roosevelt.*

Le 7. — *Les batailles de Berlin redoublent de violence. Un compromis, proposé par les indépendants, est repoussé par les spartaciens.*

Le 8. — *Le gouvernement d'Ebert fait appel aux troupes contre les révolutionnaires.*

Le 9. — *Le conseil des ministres charge MM. Clemenceau, Pichon, Klotz, Tardieu et Jules Cambon de répresenter la France à la Conférence. Le maréchal Foch y assistera, en sa qualité de généralissime des armées alliées.*

Le 10. — *L'émeute spartacienne est définitivement vaincue à Berlin.*

Le 11. — *Retour de M. Noulens, ambassadeur de France en Russie, qui se prononce dans le sens d'une intervention contre les bolcheviks. — Abdication de la grande-duchesse de Luxembourg.*

Le 12. — *Les troupes anglaises occupent les faubourgs de Dusseldorf.*

Le 13. — *Une insurrection royaliste éclate au Portugal.*

Le 14. — *La grande-duchesse Charlotte est appelée au trône du Luxembourg.*

Le 15. — *Liebknecht et Rosa Luxembourg sont arrêtés, puis, peu après, assassinés.*

Le 16. — *Arrivée à Paris de M. Bratiano, venu pour défendre à la Conférence les intérêts de la Roumanie — L'armistice, prorogé, prévoit l'occupation du secteur en face de Strasbourg.*

Le 17. — *On apprend que le paquebot* Chavnia *a sauté sur une mine, le 14, près de Messine; il y a près de 500 victimes.*

Le 18. — *La Conférence de la paix est déclarée ouverte par M. Poincaré. A l'unanimité, elle nomme M. Clemenceau à la présidence.*

Le 20. — *L'Allemagne élit son Assemblée constituante. — Réception de M. Wilson au*

Sénat. Le Président des Etats-Unis affirme son affection pour la France.

Le 22. — *Sur la proposition de M. Wilson, la Conférence décide que les divers partis russes seront entendus le 15 février à l'île des Princes, dans la mer de Marmara. Elle décide aussi d'envoyer une mission en Pologne.*

Le 23. — *On a les chiffres des élections allemandes: les deux fractions socialistes groupent 187 voix, ce qui ne leur assure pas la majorité absolue.*

Le 24. — *La Conférence déclare que l'occupation par la violence des territoires contestés ne constituera pas un titre.*

Le 25. — *A la réunion plénière de la Conférence, MM. Wilson, Lloyd George, Orlando et Bourgeois exposent pourquoi il faut créer la Société des Nations. — L'insurrection royaliste est vaincue au Portugal.*

Le 27. — *La Conférence aborde l'examen de la question des colonies allemandes.*

Le 29. — *La Conférence décide d'arbitrer le conflit polonais et tchéco slovaque. — Les Français passent le Rhin et vont occuper Kehl.*

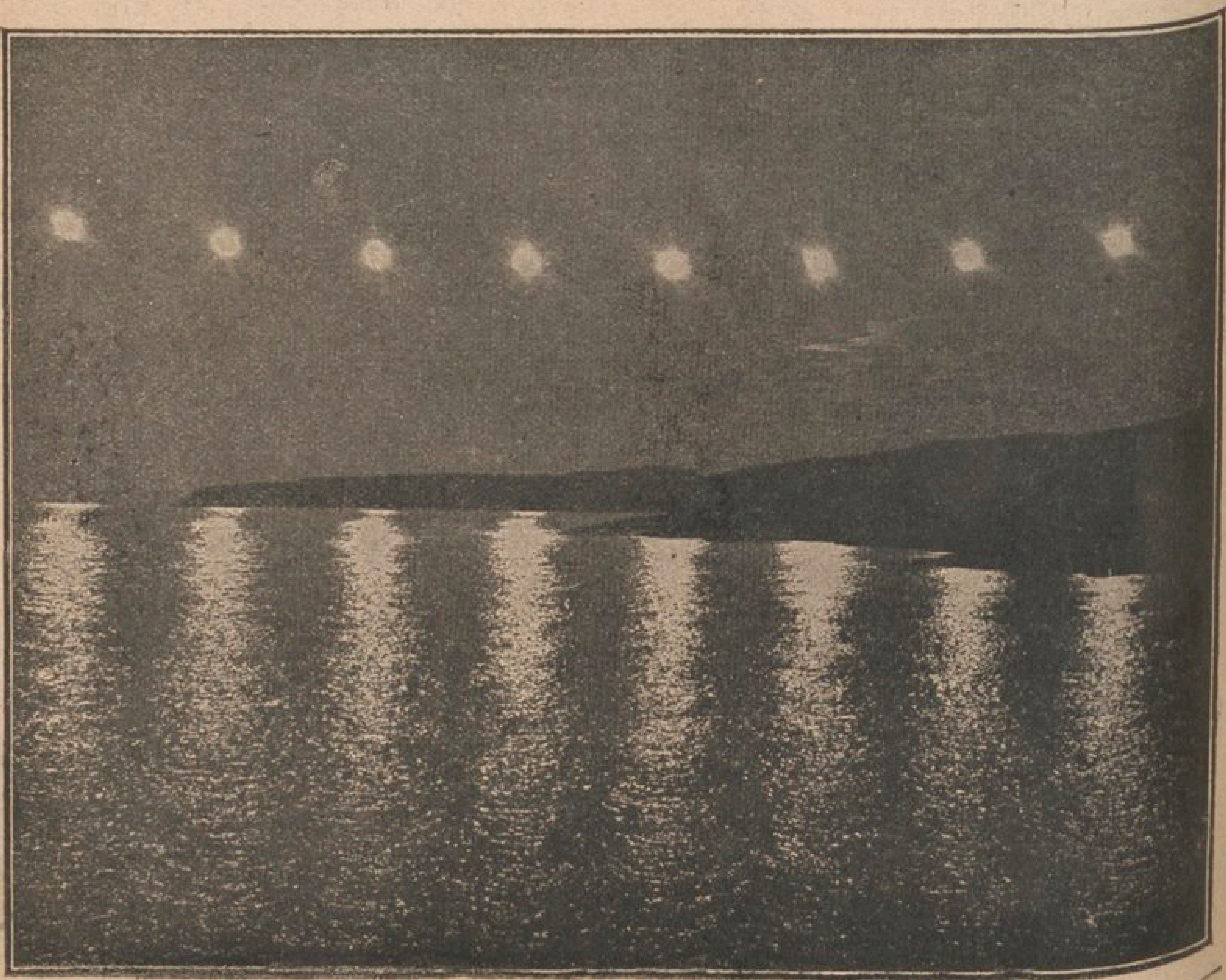
Le 30. — *Adoption d'un régime provisoire pour les anciennes colonies allemandes, qui ne seront pas rendues à l'Allemagne.*

Le 31. — *La Conférence commence l'examen des questions balkaniques.*

CURIEUSE PHOTOGRAPHIE DU SOLEIL DE MINUIT

On sait que, dans tout lieu de la Terre dont la latitude, soit boréale, soit australe, est plus grande que 66° 32', il y a certaines époques de l'année auxquelles le Soleil reste plusieurs jours sans se lever ou sans se coucher. Aussi, dans les zones de ces deux calottes polaires, limitées exactement par les deux cercles parallèles à l'équateur menés par 66°32' de latitude boréale ou australe, on observe le merveilleux spectacle du *Soleil de minuit*.

Par exemple, pour les gens qui habitent la latitude boréale de 80°, il y a 134 jours pendant lesquels le Soleil luit constamment. M. D. B. Mac Millan, membre de la « Crocker Land Expedition » a eu l'idée de fixer ce curieux phénomène à l'aide de son objectif, et, grâce à plusieurs expositions de la plaque, il a pu obtenir la remarquable photographie ci-dessous, qui montre bien les déplacements successifs de l'astre, avec la reflexion de ses rayons sur la surface des flots.



Le Gérant: Lucien Josse.

Paris. — Imp. Verdier, 18, rue d'Enghien.

ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL, DE MÉCANICIENS ET DE NAVIGATION

Subventionnée, patronnée ou recommandée par l'Etat, les Industriels et les Armateurs.

73, boulevard Pereire, PARIS-XVII^e (13^e Année)

DIRECTEUR J. GALOPIN, ✪, INGÉNIEUR CIVIL, EX-OFFICIER MÉCANICIEN

COURS ENSEIGNÉS :

Mathématiques, Mécanique, Machines à vapeur, Moteurs, Dessin, Électricité, Automobile, Aviation, T. S. F., Langues, Droit, etc.

250 ouvrages rédigés par 90 professeurs spécialistes

Le nombre de cours suivis à l'Ecole a dépassé 200.000 en 1918

Résultats aux Concours et Examens : 96 %

Placement gratuit
par la Société des anciens élèves
(Plus de 3.000 situations procurées)

Revue Technique Mensuelle
LE MÉCANICIEN ÉLECTRICIEN

(Tirage : 12.000)
spécimen gratuit

Cours sur place
Jour et soir.

1907	10 élèves
1908	32 élèves
1909	54 élèves
1910	87 élèves
1911	185 élèves
1912	313 élèves
1913	1.189 élèves
1914	2.157 élèves
1915	3.213 élèves
1916	3.918 élèves
1917	5.623 élèves
1918	8.583 élèves

MARINE DE GUERRE

Tous les Concours du Pont, de la Machine et des Bureaux

MARINE MARCHANDE

Tous les Examens d'Officiers du Pont et de la Machine

ARMÉE

Préparation spéciale et rapide à tous les Cours d'Aspirants

ADMINISTRATIONS

Arsenaux, Mines, Ponts-et-Chaussées, Postes et Télégraphes, Poudres et Salpêtres, Chemins de Fer, Manufactures de l'Etat, Douanes, Ministères, etc.

ÉCOLES SPÉCIALES

École Centrale, Supérieure d'Électricité, d'Aéronautique, des Ponts, des Postes, Saint-Cyr, Navale, etc.

INDUSTRIE

L'école délivre des diplômes pour toutes les branches de l'Industrie et à tous les grades : Ingénieurs, Sous-Ingénieurs, Chefs d'Atelier, Conducteurs, Dessinateurs, Contremaîtres, Monteurs, Surveillants.

Renseignements et Programme de 180 pages gratis

SECTION TECHNIQUE FÉMININE

Formation sur place de calqueuses et dessinatrices industrielles

L'Enseignement par Correspondance permet à chacun de travailler seul les matières qu'il veut, quand il le peut et comme il le désire. *Il est le moyen le plus certain d'améliorer votre situation aujourd'hui ou demain.*

"LES APPLICATIONS DU MOTEUR BALLOT AUX ARMÉES"

LE PROCHAIN NUMÉRO DE LA "SCIENCE ET LA VIE"
PARAITRA EN MAI 1919